

**Estimación de Factores que Influyen en la Elección Modal de Transmetro, Taxi-colectivo o
Bus en la Avda. Murillo en Barranquilla**



Emanuel Arregocés Lara

Álvaro Ramírez Mora

Universidad de la Costa CUC

Facultad de Ingeniería

Ingeniera Civil

Barranquilla

2018

**Estimación de Factores que Influyen en la Elección Modal de Transmetro, Taxi-colectivo o
Bus en la Avda. Murillo en Barranquilla**

Emanuel Arregocés Lara

Álvaro Ramírez Mora

Director:

Mauricio Orozco Fontalvo

I.C. M. sc en Vías y Transporte

Universidad de la Costa CUC

Facultad de Ingeniería

Ingeniera Civil

Barranquilla

2018

Contenido

Lista de tablas, figuras y ecuaciones.....	7
Resumen.....	12
Abstract.....	14
Introducción	16
Capítulo 1. Problemática de la investigación.....	20
1.1 Objetivos	20
1.1.1 Objetivo general	20
1.1.2 Objetivos específicos.....	20
1.2 Planteamiento del problema.....	21
1.3 Alcance.....	21
Capítulo 2. Marco teórico.....	22
2.1 Encuestas.....	22
2.2 Modelo elección discreta.....	24
2.3 Teoría de la utilidad aleatoria.....	24
2.4 Modelo Logit multinomial (MNL).....	25
2.4.1 Limitaciones	26
2.5 Elasticidad.....	26
2.5.1 Elasticidad directa.....	27
2.5.2 Elasticidad cruzada	27

2.6 Logit jerárquico	27
2.6.1 Limitantes	28
2.7 Logit mixto	28
2.8 Variables mudas o Dummy	28
2.9 Estado del arte	29
Capítulo 3. Metodología	36
3.1 Zona de estudio	36
3.2 Población	40
3.3 Tamaño de la muestra	41
3.4 Encuestas	43
3.4.1 Encuestas de Preferencias Reveladas.	44
3.4.2 Encuestas de Preferencias Declaradas	46
3.4.3 Encuesta piloto	50
3.4.4 Encuesta final	51
3.5 Análisis de la información.....	51
3.6 Modelación.....	51
Capítulo 4. Resultados	52
4.1 Modelo de elección discreta	52
4.2 Análisis de encuestas.....	52
4.2.1 Distribución de personas encuestadas por sexo.....	52

4.2.2 Distribución de personas encuestadas por estrato.....	53
4.2.3 Distribución de personas encuestadas por edad.....	54
4.2.4 Distribución de personas encuestadas por nivel de estudio.....	54
4.2.5 Distribución de personas encuestadas por ocupación.....	55
4.2.6 Distribución de personas encuestadas por motivo de viaje	56
4.2.7 Distribución de personas encuestadas por niveles de ingresos mensuales	57
4.2.8 Distribución de personas encuestadas por posibilidad de realizar el viaje en vehículo particular	58
4.2.9 Distribución de personas encuestadas por modos transporte principalmente utilizado	59
4.2.10 Distribución de personas encuestadas por segunda opción de modo transporte para realizar viajes cotidianos.....	60
4.3 Modelos Básicos	67
4.3.1 Modelo Básico en Buses vs Transmetro.....	68
4.3.2 Modelo Básico en Taxi-colectivo vs Transmetro	69
4.4 Modelos desarrollados teniendo en cuenta las características Socioeconómicas	70
4.4.1 Modelos desarrollados en Bus vs Transmetro.	71
4.4.2 Modelos desarrollados en Taxi-colectivo vs Transmetro.	74
4.5 Análisis de resultados	77
4.5.1 Modelos seleccionados	77
Bus vs Transmetro	77

Taxi-colectivo vs Transmetro	78
4.5.2 Valor subjetivo del tiempo	78
Bus vs Transmetro	78
Taxi-colectivo vs Transmetro	79
4.5.3 Cuotas de mercado.....	79
Bus vs Transmetro	79
Taxi-colectivo vs Transmetro	81
4.5.4 Elasticidad	84
Elasticidades directas e indirectas del modelo de Bus vs Transmetro	84
Elasticidades directas e indirectas del modelo de Taxi-colectivo vs Transmetro	86
Capítulo 5. Conclusiones y Recomendaciones	88
5.1 Conclusiones	88
5.2 Recomendaciones.....	90
Referencias.....	91
Anexos	93
Anexo 1. Formato de encuestas de PR, utilizado en encuesta piloto y final.....	93
Anexos 2. Formato de encuesta PD, utilizado en encuesta piloto (solo Bus vs Transmetro)...	94

Lista de tablas, figuras y ecuaciones**Tablas**

Tabla 3.1 Características de uso de suelo de la Ciudad de Barranquilla según POT 2012-2032	38
Tabla 3.2 Parámetros utilizados para cálculo de muestra	42
Tabla 3.3 Datos para determinar el tamaño de la muestra	42
Tabla 3.4 Valores utilizados para la elaboración de la encuesta PD.....	47
Tabla 3.5 Distribución de robos por distribución modal	49
Tabla 3.6 Valores escogidos como indicadores de seguridad ciudadana en transporte público	50
Tabla 4.1 Resultados de estimación de modelos básicos de Buses vs Transmetro.....	68
Tabla 4.2 Resultados de estimación de modelos básicos de taxi-colectivo vs Transmetro	70
Tabla 4.3 Resultados de estimación de modelo 1 de Buses vs Transmetro con características socioeconómicas incluidas.....	72
Tabla 4.4 Resultados de estimación de modelo 2 de Buses vs Transmetro con características socioeconómicas incluidas.....	74
Tabla 4.5 Resultados de estimación de modelo 1 de taxi-colectivo vs Transmetro con características socioeconómicas incluidas	75
Tabla 4.6 Resultados de estimación de modelo 2 de taxi-colectivo vs Transmetro con características socioeconómicas incluidas	76
Tabla 4.7 Valores utilizados para cálculo de cuotas de mercado.....	79
Tabla 4.8 Probabilidad para individuos según rango 1	80
Tabla 4.9 Probabilidad para individuos según rango 2	80
Tabla 4.10 Probabilidad para individuos según rango 3	81
Tabla 4.11 Valores utilizados para cálculo de cuotas de mercado.....	82

Tabla 4.12 Probabilidad para individuos según rango 1	82
Tabla 4.13 Probabilidad para individuos según rango 2	83
Tabla 4.14 Probabilidad para individuos según rango 3	83
Tabla 4.15 Valores de variación para calcular elasticidades en los modos.....	84
Tabla 4.16 Valores de elasticidad directa e indirecta en Bus y Transmetro	85
Tabla 4.17 Valores de variación para calcular elasticidades en los modos.....	86
Tabla 4.18 Valores de elasticidad directa e indirecta en Taxi-colectivo y Transmetro	87

Figuras

Figura 2.1 Matriz de covarianza para caso trinomial – fuente: (Ortuzar & Willumsen, 2011)	28
Figura 3.1 Características Geométricas de Avda. Murillo – Fuente: plano de perfiles viales de P.O.T. 2012 Barranquilla	36
Figura 3.2 Puntos geográficos donde se realizaron aforos.....	44
Figura 3.3 Formato para recopilar datos de encuestas PR	45
Figura 4.1 Distribución de la muestra encuestada según género53	
Figura 4.2 Distribución de la muestra encuestada según estrato socio-económico	53
Figura 4.3 Distribución de la muestra encuestada según rango de edad.....	54
Figura 4.4 Distribución de la muestra encuestada según nivel de estudio.....	55
Figura 4.5 Distribución de la muestra encuestada según ocupaciónuente	56
Figura 4.6 Distribución de la muestra encuestada según Motivo de viaje.....	57
Figura 4.7 Distribución de la muestra encuestada según ingresos mensuales	58
Figura 4.8 Distribución de la muestra encuestada según capacidad de contar con Vehículo propio	59

Figura 4.9 Distribución de la muestra encuestada según principal modo de transporte que utiliza	60
Figura 4.10 Distribución de la muestra encuestada según segundo modo de transporte que utiliza	61
Figura 4.11 Distribución de la muestra encuestada de principal modo de transporte que utiliza según sexo	62
Figura 4.12 Distribución de la muestra encuestada de principal modo de transporte que utiliza según edad	64
Figura 4.13 Distribución de la muestra encuestada de principal modo de transporte que utiliza según nivel de estudio	66

Ecuaciones

Ecuación 2.1 Utilidad de la alternativa i para el individuo q – fuente: (Ortúzar, 2015)	25
Ecuación 2.2 Expresión típica del modelo MNL	26
Ecuación 2.3 Relación del parámetro β con la desviación estándar	26
Ecuación 2.4 elasticidad	26
Ecuación 2.5 elasticidad directa	27
Ecuación 2.6 elasticidad indirecta	27
Ecuación 2.7 probabilidad para Logit Jerárquico	27
Ecuación 2.8 Utilidad de Logit Mixto	28
Ecuación 3.1 Tamaño de la muestra conociendo el tamaño poblacional	41
Ecuación 4.1 Modelo de máxima utilidad básico elegido	52
Ecuación 4.2 Modelo de máxima utilidad básico elegido para Buses vs Transmetro	68
Ecuación 4.3 Modelo de máxima utilidad básico elegido para taxi-colectivo vs Transmetro	69

Ecuación 4.4 Modelo de elección discreta desarrollado para Bus vs Transmetro, incluyendo ingresos y nivel de estudio	71
Ecuación 4.5 Segundo Modelo de elección discreta desarrollado para Bus vs Transmetro, incluyendo ingresos y ocupación	73
Ecuación 4.6 Modelo de elección discreta desarrollado para Taxi-colectivo vs Transmetro, incluyendo Estrato y Nivel de estudio	74
Ecuación 4.7 Segundo Modelo de elección discreta desarrollado para Taxi-colectivo vs Transmetro, incluyendo ingresos y ocupación.....	76
Ecuación 4.8 Modelo de elección discreta elegido para Bus vs Transmetro, incluyendo ingresos y ocupación	77
Ecuación 4.9 Modelo de elección discreta elegido para Taxi-colectivo vs Transmetro, incluyendo nivel de estudio y ocupación.....	78
Ecuación 4.10 Valor subjetivo del tiempo	78

Agradecimientos

Primeramente, a Dios por darnos la sabiduría y bendición para completar nuestro proyecto.

A nuestros padres por el apoyo incondicional en todos los proyectos que emprendemos, así como a lo largo de toda esta carrera.

Al magister Mauricio Orozco Fontalvo, por su colaboración admirable labor de director, y por brindarnos esa confianza necesaria para sacar adelante este proyecto.

A la magister Andrea Arévalo, por su valioso papel de codirectora, sus importantes aportes y tiempo dedicado a nuestro proyecto.

A la magister Margareth Gutiérrez, por su amable asesoría y valioso tiempo dedicado a este proyecto.

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo evaluar los factores que influyen en la elección de modo de transporte público en la troncal de la Avenida Murillo, considerando el taxi-colectivo como modo de transporte informal en el Distrito de Barranquilla. Para estimar estos factores se utilizaron modelos econométricos del tipo logit multinomial, a partir de la información recopilada a través de encuestas presenciales de tipo de preferencias reveladas y preferencias declaradas, buscando conocer así el comportamiento de los usuarios ante situaciones hipotéticas, colocando como referencia los atributos de los modos de: tiempo de viaje, tiempo de espera, costo y seguridad ciudadana; así como las características socioeconómicas del individuo, tales como nivel de ingreso, ocupación y nivel de estudio. Con los resultados obtenidos se recomiendan ciertas políticas a tener en cuenta para el mejoramiento de la situación del transporte público en este importante corredor de la ciudad, principalmente por la alta presencia de alternativas informales de transporte.

Palabras Clave

Taxi-colectivo: vehículo cuya condición legal es un taxi, pero presta servicio de transporte informal simulando las rutas y el proceso de ascenso y descenso de pasajeros de una ruta de bus formalmente establecida.

CAE: Corredor de Actividad Económica, sectores normativos asociados a los predios que dan frente a los corredores viales en donde se genera una dinámica comercial importante.

Centralidad: áreas o sitios dentro de la estructura urbana que por lo general, presentan altos niveles de densidad y ocupación de los suelos.

P.E.C.: polígonos especializados para la competitividad, sectores donde al contrario de las centralidades poseen aglomeraciones en donde se da el predominio de un solo uso y por su carácter y nivel de especialidad impulsan la competitividad de la ciudad.

BRT: Bus de tránsito rápido.

PR: encuesta de preferencias reveladas

PD: encuestas de preferencias declaradas

Logit multinomial: tipo de modelo econométrico de elección discreta.

Abstract

The present investigation focused on evaluating the factors that influence on the choice of public transport mode at the “Calle 45” or Murillo Avenue, considering the “*Taxi-colectivo*” (is like a pool taxi type) as a non-formal transport way in Barranquilla District. To estimate these factors, the econometric models of the multinomial logit type were used, based on the information collected through face-to-face surveys of revealed and declared preferences, seeking to know a user’s behavior in hypothetical situations, placing as a reference the modes attributes of: travel time, waiting time, cost and citizen-social security; Based on these estimates, a few policies are recommended for the improvement of the transport situation in this important place of the city, primarily because of the high presence of non-formal alternatives transport way.

Keyword:

Pool taxi type: vehicle whose legal status is a taxi, but provides an informal transport service simulating the routes and the process of ascending and descending passengers of a formally established bus route.

CAE: Economic Activity Corridor, regulatory sectors associated with the properties that face the road corridors where an important commercial dynamic is generated.

Centrality: places within the urban structure that generally have high levels of density and occupation of ground.

P.E.C.: specialized polygons for competitiveness, sectors where unlike the centralities have agglomerations where there is a predominance of a single use and their character and level of specialty drive the competitiveness of the city.

BRT: Bus rapid transit.

PR: Revealed preferences surveys

PD: declared preferences surveys

Logit multinomial: type of discrete choice econometric model.

Introducción

Uno de los principales retos para la sociedad actual, es lograr una planificación e implementación correcta de un sistema de transporte que satisfaga las necesidades de los usuarios y sea autosostenible; a causa de esto a nivel mundial en los últimos años se vienen estudiando diferentes alternativas con el fin de buscar la mejor solución para esta problemática, una de la más utilizadas sobre todo en países en vía de desarrollo, es entregarle la operación del sistema de transporte al sector privado, pero esto, sin una regulación y planeación adecuada, solo agrava el problema de la movilidad (Sohail, Maunder, & Cavill, 2006). Cuando se presentan defectos en la planificación de un sistema de transporte público, el mayor afectado es el usuario, ya que no se cubren correctamente sus necesidades, esto crea vacíos en el sistema oferta-demanda, lo cual hace que modos de transporte “informales” cubran a esa demanda insatisfecha.

En los últimos años debido a la urgencia de resolver los problemas de movilidad antes mencionados, se ha profundizado en el uso de teorías que antes no se tenían en cuenta, porque se prefería el uso de los llamados Planes Directores de transporte, los cuales se basa en la forma de transporte utilizado en los años 60 y 70, los cuales generan altos costos (Ortuzar & Willumsen, 2011), pero estos planes no tenían en cuenta que el sistema de transporte estaba dentro de un sistema mucho más complejo de controlar el cual es la ciudad y sus habitantes (Azevedo, 2012); una de esas teorías nuevas en la que se ha hecho énfasis en los estudios de transporte en los últimos años es la teoría de la elección discreta, esta se basa en modelos de elección discreta donde su principal hipótesis es que “la probabilidad de que los individuos elijan una determinada alternativa es función de sus características socioeconómicas y de la relativa atractividad de la alternativa” (Ortuzar & Willumsen, 2011); es decir las personas escogen la alternativa que maximice sus ganancias o su utilidad según sus necesidades; una de las formas de conocer las

necesidades o factores que afectan a la población al momento de escoger su sistema de transporte es con modelos de elección discreta, los cuales se alimentan con datos obtenidos de encuestas de preferencias declaradas y/o de preferencias reveladas realizadas a los usuarios, aunque según la experiencia que se tiene en las investigaciones realizadas el modelo se encuentra mejor calibrado cuando se utilizan datos de ambos tipos de encuestas (Pompilio, 2006), así se estiman de una manera más exacta los factores que afectan en la elección del usuario, según sus propias características.

Colombia no es una excepción en los países con problemas de planificación en su sistema de transporte; la estructura de transporte que se encuentra legalizada en nuestro país, lleva a el servicio de transporte público a una situación de exceso de rutas en algunas zonas y otras zonas desatendidas, además de frecuencias de viajes inadecuadas, rutas extensas y tarifas elevadas, lo cual hace que el servicio sea en la mayoría de casos insuficiente (Saldarriaga, 2011). De hecho el Gobierno colombiano llego a la conclusión que en el país con el paso de los años estaba bajando la demanda del transporte público, para pasar al uso de modos de transportes particulares (autos y motos), lo cual iba a llevar a una condición insostenible para la movilidad, sobre todo en las grandes ciudades del país, debido a que la mayor parte de la población (75%) del país vive en las zonas urbanas, por esto se proponían diversas soluciones para la situación de movilidad que se presenta y que se estaba originando en las ciudades, soluciones como los BRT o los sistemas integrados de transporte publico (Departamento Nacional de Planeacion, 2003)

Estas soluciones probadas en diferentes ciudades alrededor del mundo fueron las seleccionadas por el gobierno nacional, determinando para las grandes ciudades del país la planificación e implementación de Buses de transito rápido o BRT, según sus siglas en inglés, implementándose inicialmente en Bogotá D.C., bajo el nombre de “Transmilenio”, este sistema

cuenta con carriles de uso exclusivo, mecanismo que genera en el usuario la sensación de ir viajando en un sistema de metro o de modos que se desplazan sobre rieles (Satiennam, Jaensirisak, Satiennam, & Detdamrong, 2016), esto ofreciendo una mayor relación costo – beneficio que estos sistemas, además incluye una disminución en los tiempos de viajes de los usuarios en la ciudad, así como estaciones más cómodas, y paradas estipuladas, lo que genera una mejor movilidad en la ciudad; por estas razones en Colombia se decidió implementar el sistema BRT en las ciudades de Bucaramanga, Barranquilla, Bogotá, Cartagena, Cali, Pereira y mención especial al sistema BRT de la ciudad de Medellín que cuenta con conexión física al sistema de metro de la ciudad.

Debido a problemas en las planificaciones de los sistemas BRT del país, y a mala redistribución de las rutas de buses de transporte público, en conjunto con la situación socioeconómica de muchas personas en el país, se llegó a la utilización de modos de transporte que brindaran una mejor solución a su necesidad de desplazarse de un sitio a otro (Lara & Arrieta, 2015). Al tener estas ciudades grupos poblacionales numerosos siendo desatendidos por parte de las empresas de transporte público, se generó otro fenómeno de carácter informal el cual es conocido como taxi-colectivo, el cual es un taxi con una ruta de origen y destino el cual va transportando usuarios a lo largo de esta ruta, y la tarifa que manejan es similar a la del transporte público formal (buses), esto crea aún mayores inconvenientes de superposición de rutas y exceso de oferta en algunos sitios, este fenómeno posee poco estudio.

En esta investigación se busca analizar y evaluar los factores que influyen en la elección del modo de transporte por medio de la calibración de un modelo de elección discreta, contando con los aspectos socioeconómicos de los usuarios, y los atributos de la de las alternativas de transporte, tanto formales (Transmetro y rutas de buses) como informales (taxis colectivos), que

prestan su servicio en la ciudad de Barranquilla, más exactamente en el corredor vial de la Avenida Murillo (Calle 45), en el cual compiten los tres modos de transporte antes mencionados; por lo tanto el modelo nos llevara a entender que atributos y características influyen en la elección de la persona que prefiere el transporte informal.

Dentro de los atributos que se analizarán por cada alternativa son: tarifa, tiempo de espera, tiempo de viaje, seguridad ciudadana y comodidad.

Para cumplir los objetivos propuestas se ha escogido la siguiente secuencia de temas a desarrollar:

En la primera sección se da una descripción general del proyecto desde el punto de vista de los objetivos que se desean alcanzar, la problemática que se estudia y las razones que nos llevan desarrollar esta investigación; en la segunda sección se encuentra la base teórica utilizada para desarrollar este proyecto y porqué se escogen esas referencias teóricas; en la tercera sección se presenta el diseño metodológico de la investigación, así como también se dará una descripción detallada de la zona geográfica escogida a estudiar; la cuarta sección estará destinada para los análisis de los resultados de los modelos utilizados para estimar los factores que afectan la elección del transporte público, y en la última sección se darán las conclusiones más relevantes del estudio, y una serie de recomendaciones a tener en cuenta para este tipo de proyectos, y para ayudar a darle solución tangible a esta problemática.

Capítulo 1. Problemática de la investigación.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

Estimar un modelo de elección discreta entre las alternativas informales y las opciones formales como medios de transporte en el corredor de la Avda. Murillo en la ciudad de Barranquilla.

1.1.2 Objetivos específicos

- Realizar encuestas de preferencias reveladas (PR) y declaradas (PD), entre los usuarios de modos formales (Transmetro y Bus) e informales (taxi-colectivo) del servicio público en Barranquilla.
- Elaborar un análisis estadístico de la información recopilada en las encuestas, para categorizar a la demanda del servicio público.
- Calibrar el modelo de elección discreta, a partir de los datos recolectados en ambos tipos de encuestas (PR y PD) realizados a los usuarios.
- Determinar la probabilidad de elección de cada modo de transporte analizado a partir de los modelos de elección discreta.

1.2 Planteamiento del problema

En esta investigación, se evalúan los factores que influyen en la elección de modos de transporte formales (Transmetro, bus) e informales (taxi-colectivo).

Esto debido a los problemas de deficiencia en la demanda de pasajeros que está presentando el sistema masivo de transporte público “Transmetro” de la ciudad de Barranquilla; como se puede ver en el informe Barranquilla como vamos 2015, donde el sistema Transmetro solo cumple el 42.19% del promedio de los pasajeros diarios movilizados frente a lo calculado en el informe Conpes 3306, esto a causa del uso de medios de transporte particulares (autos y motos) y de la presencia de alternativas de transporte ilegales (mototaxi y taxi-colectivo).

Por lo tanto se tiene la finalidad de resolver la siguiente duda, ¿cuáles son los factores más influyentes en los usuarios que prefieren la alternativa de taxi-colectivo?

1.3 Alcance

Como resultado de esta investigación se pretende entregar un modelo del comportamiento de los usuarios de los modos de transporte público presentes en la Avda. Murillo de la ciudad y una estimación de las probabilidades de elección que se pueden ver afectadas por modificaciones en el servicio de estos medios de transporte. Estos análisis pueden ser utilizados como guía al momento de realizar modificaciones en el servicio de transporte público, teniendo en cuenta el punto de vista de los usuarios, sus gustos y sus prioridades al momento de escoger el modo para realizar sus desplazamientos. Así como también puede servir como referencia para futuros proyectos de investigación, además se realizarán una serie de recomendaciones con base en los resultados obtenidos.

Capítulo 2. Marco teórico

2.1 Encuestas

Las encuestas pueden ser principalmente de preferencia relevada (PR) o de preferencia declarada (PD), la primera nos permite obtener información real y actual del comportamiento de los individuos, y de las distintas alternativas de transporte que están actualmente disponibles en el sitio en estudio. Aportando así un aproximado de las condiciones socioeconómicas que se destacan en la población en estudio.

En cuanto a las limitaciones que presentan las encuestas del tipo PR se encuentra que:

- No permite analizar atributos, ni otras alternativas que no se encuentra en servicio durante la recolección de información.
- En comparación con las encuestas de preferencia declarada, son muchos más costosas, debido al gran tamaño de la muestra necesaria para recopilar una información estadísticamente significativa.
- Las variables explicativas tales como costo y tiempo de viaje están fuertemente correlacionadas, lo que dificulta obtener estimadores precisos de la importancia de cada atributo, y a su vez estas variables siempre tienen que ser expresadas en unidades cuantitativas.

Las encuestas de preferencia declarada (PD), se definen como un conjunto de metodologías que se basan en juicios (datos) declarados por individuos acerca de cómo actuarían frente a diferentes situaciones hipotéticas que le son presentadas y que deben ser lo más aproximadas a la realidad (Ortúzar, 2015). Gracias a los diseños experimentales, se permiten construir alternativas

o escenarios hipotéticos que son presentados a los encuestados, lo cual nos ayuda a estimar funciones de utilidad con respecto a las alternativas en estudio.

Las alternativas de elección presentadas a los encuestados son descripciones de situaciones o contextos contruidos por el investigador que se diferencian a través del valor que toman sus atributos. (Ortuzar & Willumsen, 2011).

Las encuestas de preferencias declaradas, tienen algunas ventajas con respecto al otro tipo de encuestas, como son:

- Se pueden evitar dependencia entre variables.
- Nos permite incluir atributos y alternativas, previamente no analizados y que no se encuentran presentes al momento del estudio.
- Podemos hallar con mayor facilidad el efecto de un determinado atributo, así como considerar variables latentes.

En estas encuestas se presenta diferentes tipos de errores, lo que origina que el encuestado se comporte distinto, en comparación a lo que había afirmado en las encuestas. Algunos tipos de errores clasificados para este tipo de datos son los siguientes, Bradley y Kroes, 1990, citado en (Ortúzar, 2015):

- Sesgo de confirmación: La persona entrevistada contesta, consciente o inconscientemente, lo que cree que el entrevistador desea escuchar.
- Sesgo de racionalización: El entrevistado racionaliza sus respuestas con el objetivo de justificar su comportamiento en el momento de la entrevista.
- Sesgo de política: La persona entrevistada contesta considerando no sus preferencias sobre el ejercicio que se le plantea, sino en función de la expectativa que posee sobre

las decisiones de política que se podrían tomar en base a los resultados de la encuesta. En este sentido, el entrevistado intenta influir en la decisión política.

- Sesgo de no restricción: A la hora de responder el entrevistado no toma en cuenta todas las restricciones que afectan a su comportamiento, de manera que sus respuestas no son factibles en la práctica.

2.2 Modelo elección discreta

Los modelos de elección discreta, son los más utilizados para la estimación de la demanda (pasajeros), a través de la preferencia hacia una alternativa de transporte.

Este modelo se estima con base a una muestra representativa de la población en estudio, en el cual la característica de interés de esta muestra se obtiene por medio de encuestas, esta encuesta puede variar los niveles de los atributos, hasta el nivel en el que existe un real compromiso entre las distintas alternativas.

De estos modelos los más conocidos son: el modelo Logit multinomial y el modelo Logit jerárquico, además de otros modelos de elección discreta como son el Probit multinomial. Todos estos modelos se enmarcan en un marco de referencia teórica la cual es la teoría de la utilidad aleatoria.

2.3 Teoría de la utilidad aleatoria

Este es el principio teórico de la mayoría de los modelos de elección discreta, el cual afirma que: “un individuo elige una alternativa, dependiendo de sus características socioeconómicas y la atracción que la alternativa le genera al individuo” (Ortúzar, 2015).

La teoría de la utilidad aleatoria presenta las siguientes hipótesis:

- La población en estudio posee información perfecta, esto quiere decir que cada individuo tiene un conocimiento completo de las alternativas que se manejan.
- La muestra en estudio es racional, los individuos siempre eligen la alternativa que mejor se acomoda a sus necesidades.
- La alternativa que tenga la mayor utilidad, es la que tiene la mayor probabilidad de ser escogida.
- El modelador (observador del sistema) no tiene información perfecta de los individuos, esto en resumen nos dice que el modelador no conoce la totalidad de las restricciones que tenga un individuo sobre todas las alternativas.

Desde el punto de vista del modelador la teoría de la utilidad aleatoria propone la siguiente ecuación:

Ecuación 2.1 Utilidad de la alternativa i para el individuo q – fuente: (Ortúzar, 2015) con modificaciones propias

Donde:

U_{iq}: utilidad de la alternativa i del individuo q

V_{iq}: utilidad representativa de la alternativa i del individuo q

E_{iq}: componente de error aleatorio

2.4 Modelo Logit multinomial (MNL)

Es el modelo de elección discreta más conocido, ya que es muy práctica su estimación en comparación de otros modelos.

Unas de las características principales de este modelo es que la componente de error aleatorio, siguen la distribución gumbel IID, Domencich y McFadden, 1975, citado en (Ortúzar, 2015):

$$\Sigma$$

Ecuación 2.2 Expresión típica del modelo MNL– fuente: (Ortúzar, 2015)

En esta expresión, β toma el valor de 1 para efectos prácticos, ya que sigue la distribución gumbel; esta variable está en función de la desviación estándar por lo cual se define así:

Ecuación 2.3 Relación del parámetro β con la desviación estándar– fuente: (Ortuzar & Willumsen, 2011)

2.4.1 Limitaciones

- No permite tratar correlaciones entre alternativas, el modelo evalúa las alternativas como si no existiera relación entre ellas al momento de su elección.
- Los parámetros que estima el modelo, serán los mismo para cada individuo, esto quiere decir no hay variabilidad entre los gustos de la persona.

2.5 Elasticidad

Nos permiten saber de qué manera la variación de un atributo, puede llegar afectar otro atributo o la utilidad percibida por el individuo en una alternativa q.

Se calcula de la siguiente manera:

Ecuación 2.4 elasticidad - fuente: (Ortúzar, 2015)

2.5.1 Elasticidad directa

La calculamos con la siguiente ecuación:

Ecuación 2.5 elasticidad directa - fuente: (Ortúzar, 2015)

2.5.2 Elasticidad cruzada

La calculamos con la siguiente ecuación:

Ecuación 2.6 elasticidad indirecta — fuente: (Ortúzar, 2015)

2.6 Logit jerárquico

Estos son modelos de mayor complejidad en su estructura, debido a que no considera a las alternativas en el mismo nivel y sin correlación, sino que por el contrario las agrupa, jerarquiza o anida, a todos los subconjuntos con características similares entre sí.

El cálculo de la probabilidad de elección está dado por:

$$\frac{\sum_{j \in J} \{ \exp(V_{dmj}) \}}{\sum_{j \in J} \{ \sum_{m \in M} \exp(V_{dmj}) \}}$$

Ecuación 2.7 probabilidad para Logit Jerárquico — fuente: (Ortúzar, 2015)

Donde:

V_d: utilidad del destino de transporte

V_{dm}: utilidad del modo de transporte

B: varianza del destino de viaje

λ: varianza del modo de viaje

La desviación estándar σ está definida con una matriz idéntica lo que repercute que las alternativas que están definidas en este modelo no tengan correlación alguna, en otras palabras, son independientes entre sí.

$$\Sigma = \sigma^2 \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Figura 2.1 Matriz de covarianza para caso trinomial – fuente: (Ortuzar & Willumsen, 2011)

2.6.1 Limitantes

- No es un modelo con coeficientes variables, por lo tanto no se puede tratar problemas de variaciones en los gustos.
- Las alternativas de un nido no pueden estar correlacionadas con las de otros nidos, lo cual en la práctica en ocasiones es complejo de lograr.

2.7 Logit mixto

Este modelo se compone de la siguiente función de utilidad:

Ecuación 2.8 Utilidad de Logit Mixto — fuente: (Ortuzar & Willumsen, 2011)

Donde:

- : Son las variables observadas de la alternativa del individuo
- : Es el vector de coeficientes de variables que reflejan los gustos del individuo q
- : Terminio de error aleatorio Gumbel IID

2.8 Variables mudas o Dummy

Cualquier modelo de elección discreta que se utilice para la estimación de la demanda de transporte, cuenta con variables cuantitativas (precio, ingreso, cantidad demandada, etc.) y otras variables de tipo cualitativo tales como sexo, raza, religión, etc.

Estas variables cualitativas tienen un carácter dicotómico o binario, por ello es fácil expresarlas como variables que toman el valor 0 o 1.

Por ejemplo la variable cualitativa de sexo tomaría valor de 1 si es masculino y 0 si es femenino, esto nos permite introducir cada variable cualitativa en los modelos para entender el efecto que tiene en el comportamiento del individuo de forma separada.

Por lo tanto al introducir ecuaciones con variables mudas, podemos explicar que tan susceptibles son estas variables en los gustos de un individuo por una alternativa de transporte. Una vez que tengamos n alternativas entonces las variables mudas a utilizar serían $n-1$ (Ortuzar & Willumsen, 2011), debido que si aparecen en todas las alternativas se eliminaría sus diferencias.

2.9 Estado del arte

El análisis del comportamiento de la demanda de viajes es uno de los aspectos más importantes en la planeación de un sistema de transporte, ya que puede llegar a tener un papel principal en la conformación de rutas y frecuencias, o servir de herramienta para definir estas características básicas en un sistema de transporte. (Ortuzar & Willumsen, 2011)

Este tema se empezó a estudiar en las décadas de los 50 y 60 del siglo pasado, lo que demuestra que la relación entre la oferta y la demanda en los transportes ya había sido pensada hace mucho tiempo como parte fundamental de la planificación de los sistemas de transporte, tanto de personas como de bienes (Azevedo, 2012).

Un incorrecto análisis de la demanda de viajes puede llevar a tener un sistema de transporte que no cubre las necesidades de los usuarios, lo cual trae como consecuencia grandes problemas de movilidad en las ciudades, ya que crea sobreoferta de rutas, malas frecuencias, y sectores sin

oferta de transporte suficiente, generalmente los sectores más económicamente necesitados de la urbe (Sohail, Maunder, & Cavill, 2006), desarrollando así, sistemas insostenibles y creando modos de transporte sin una regularización eficiente (Marquez, Pico, & Cantillo, 2018); (Nutsugbodo, Amenumey, & Mensah, 2018).

Por lo tanto a lo largo de los años se ha ido cambiando la forma de planear los sistemas de transporte, con ayuda de computadoras modernas que facilitan el hecho de modelar de manera realista el comportamiento de la demanda, y así poder llegar a un sistema autosostenible (Azevedo, 2012), sistemas cuya implementación fue recomendada en el informe Bruntland, esto con el fin de llevar a las ciudades a que funcionen con sistemas de transporte autosostenibles y amigables al medio ambiente (UN, 1987).

Una de las formas modernas de analizar el comportamiento de los usuarios de los sistemas de transporte, que se ha ido perfeccionando con el paso de los años, es desarrollando modelos de elección discreta, que no es más que la “elección de una alternativa de transporte de los individuos frente a un conjunto finito de posibilidades”, estos modelos afirman que el individuo hará la elección que maximice su utilidad o ganancia, de acuerdo a sus necesidades y características socioeconómicas (Ortuzar & Willumsen, 2011).

De los modelos de elección discreta los más conocidos y utilizados a nivel mundial son el modelo logit multinomial y el modelo logit jerárquico.

Estos modelos cambian la forma de estudiar el comportamiento de la demanda de un sistema de transporte, debido a que se pueden agregar factores diferentes a la tarifa y los tiempos de viajes, que son los generalmente utilizados, que pueden afectar a la demanda y que anteriormente no se tenían en cuenta, aunque no es fácil la inclusión de estos factores y que resulte realista la

modelación, debido a que por lo general estos factores son complicados de medir, como es el caso de medir la calidad del servicio (Ebolli & Mazzulla, 2008), la comodidad que ofrece el vehículo durante el tiempo de viaje (Marquez, Pico, & Cantillo, 2018) o como afecta la seguridad vial en la elección de la alternativa de transporte (Daziano & Rizzi, 2015) e incluso factores socioeconómicos como la propiedad de un vehículo, los ingresos del individuo, sexo, edad, nivel de estudio, etc. (Paulley, y otros, 2006) (Nutsugbodo, Amenumey, & Mensah, 2018).

Para lograr medir o por lo menos establecer una forma de medir e identificar estos factores se necesita de información que les ayude a caracterizar la demanda. Esta información puede ser obtenida de diversas formas, desde obtenerla por medio de aplicaciones de sugerencias de elección de alternativa de transporte o Trip Planners (Nuzzolo & Comi, 2016) o las más utilizadas por su facilidad y economía que son las encuestas directas a los usuarios, ya sea de manera personalizada buscando no realizarla tan extensa para no agotar al encuestado, debido a que respondería de manera errada (Pompilio, 2006), o de manera virtual apoyándose en las tecnologías actuales (Andrejszki, Torok, & Csete, 2015).

De estas encuestas hay de diferentes tipos siendo las de Preferencias Reveladas (PR) y las de Preferencias Declaradas (PD) (Ortuzar & Willumsen, 2011), las más comúnmente utilizadas, gracias a la experiencia que se ha adquirido en las distintas investigaciones que sean realizado, se conoce que los modelos quedan mejor calibrados cuando se utilizan de manera mixta ambos tipos de encuestas (Pompilio, 2006) (Nutsugbodo, Amenumey, & Mensah, 2018), dado que con las encuestas de tipo PR se conocen las características socioeconómicas de los usuarios, y se identifican las variables de mayor significancia, y con las encuestas PD se busca crearle al encuestado una situación hipotética donde tenga que hacer la elección de la mejor alternativa (Saldarriaga, 2011), es decir se pueden utilizar para analizar la manera de cómo pueden actuar

los usuarios ante la inclusión de un nuevo modo de transporte (Tanriverdi, Shakibaei, & Tezcan, 2012) o en su defecto para estudiar un mismo modo de transporte con cambios en sus características (Marquez, Pico, & Cantillo, 2018).

En diferentes partes del mundo de acuerdo a la calidad de vida de sus habitantes y de la estructuración y planeación de sus sistemas de transporte, estos últimos suelen presentar inconvenientes de diferentes índole siendo el uso de modos de transporte informales y el alto uso de vehículos particulares, los problemas de mayor relevancia (Mallqui & Pojani, 2017),

En el caso de los países en vía de desarrollo, como Colombia se presenta una mezcla de ambas situaciones, debido a que la situación de falta de empleo en ciertos sectores y a los problemas de movilidad ocasionados por la mala estructuración de los sistemas de transportes, produjo un crecimiento descontrolado de modos de transporte informales, como moto-taxi y taxi-colectivo; teniendo en cuenta que emplearse como prestador de servicios de estos modos representa una fuente de ingreso para las personas que se encuentran sin una actividad económica fija y además les ofrece a las personas una alternativa de transporte que se adapta mejor a sus necesidades, convirtiéndose en una problemática no solo de carácter de transporte, sino también social donde las personas se emplean en labores informales, sin estar cubiertos con prestaciones sociales (Lara & Arrieta, 2015); a su vez, en el país se presentan inconvenientes con los cada vez más asequibles precios de los vehículos particulares, lo cual produce una reducción en el uso de los sistemas de transporte (Departamento Nacional de Planeación, 2003).

Estas dos situaciones se comparten con países de condiciones socioeconómicas similares, como es el caso de países en desarrollo en el continente asiático, en el cual se han desarrollado modelos de elección discreta con el fin de entender el comportamiento que tendrán los potenciales usuarios de un Sistema BRT, específicamente en la ciudad de Khon Kaen City en

Tailandia, donde se tuvieron en cuenta la alta tasa de motorización (principalmente motos) y cuáles eran las características socioeconómicas de sus usuarios y que características del sistema BRT los haría cambiar su elección modal para transportarse en el nuevo sistema BRT, en este estudio se obtuvo que las personas de mayores ingresos eran más fieles al uso del automóvil particular, y que el tiempo de viaje y costo afectan significativamente el proceso de elección de un modo u otro, aunque también se obtiene que incluso con una tarifa de viaje completamente gratis, más del 50% de los propietarios de vehículos particulares seguirán sin utilizar el BRT (Satiennam, Jaensirisak, Satiennam, & Detdamrong, 2016). En cuanto a la problemática de la alta presencia del transporte informal se referencian casos en diferentes ciudades de Latinoamérica como en el caso de Lima, Perú, donde las llamadas “combis”, los “micros” y moto-taxis, en conjunto con las empresas de buses públicos legales, transportan a la mayoría de la población, dejando al sistema BRT de Lima con apenas el 5% de la partición modal de la ciudad y su área metropolitana, estos modos de transportes alternativos ilegales generan congestión vehicular al no tener paradas estipuladas e inseguridad vial debido a las malas condiciones de los vehículos y a la llamada “guerra del centavo” (Mallqui & Pojani, 2017); y también se referencian en otros lugares del mundo como es el caso de los países de la zona Subsahariana donde las llamadas “Okadas”- moto-taxis – y los “Trotros”- Minibuses- generan grandes inconvenientes en la movilidad de las ciudades, además de impactos negativos en la seguridad vial, afectando en ciertos casos la industria del turismo, uno de los principales ingresos de estos países, (Nutsugbodo, Amenumey, & Mensah, 2018).

Tomando como referencias este tipo de investigaciones alrededor del mundo, principalmente en países que comparten características sociales con Colombia, en el país se empezó a estudiar y analizar los sistemas de transporte desde el punto de vista de la demanda y sus necesidades (Lara

& Arrieta, 2015) y se realizaron investigaciones utilizando modelos de elección discreta (Plata & Barbosa, 2016) (Saldarriaga, 2011), o modelos híbridos de mayor complejidad, debido al uso de variables latentes, las cuales se basan en la percepción de comodidad y seguridad vial de los usuarios (Marquez, Pico, & Cantillo, 2018), estos estudios especialmente se enfocan en entender que factores, desde el punto de vista del transporte, hacen que el fenómeno de los modos de transporte informal hayan ganado tanta consideración en la movilidad de usuarios en las ciudades de Colombia.

En Colombia la mayoría de los estudios de modelos de elección discreta que se han realizado ,tomando como enfoque principal el transporte informal, priorizan investigar el fenómeno del moto-taxismo, debido al amplio auge que ha tenido este modo de transporte ilegal en todas las regiones del país, desde las zonas rurales o pequeños municipios hasta las grandes metrópolis; una de estas investigaciones fue realizada en el municipio de Ocaña, Norte de Santander, en la cual se desarrolló un modelo Logit multinomial para evaluar los factores que influyen en la elección de la alternativa de transporte informal (moto-taxis), utilizando encuestas PR y PD, este modelo revelo que las personas que eligen este modo de transporte se ven influenciados por los valores que ofrece en cuanto a tiempo de espera y viaje, comodidad y accesibilidad, y a su vez obtienen que los encuestados se vieron dispuestos a responder las preguntas (Plata & Barbosa, 2016); también se tiene el estudio realizado en la ciudad de Bucaramanga, Santander, donde se investigó el comportamiento del usuario dependiente de las alternativas de transporte público de la ciudad, y de porque muchos de estos preferían el uso del moto-taxismo, se encontró que muchos de los usuarios tomaban la opción del moto-taxismo después de que el tiempo de espera del vehículo de la ruta alimentadora del sistema BRT de la ciudad, superara el tiempo predestinado por la persona para dicho fin, y además también por la

cierta comodidad y amabilidad o buen trato que se le brindaba a los usuarios del moto-taxismo, estos resultados se lograron con la ayuda de modelos híbridos de elección, donde se incluyen las características de los modos de transporte, las características socioeconómicas de los usuarios y variables latentes como la percepción de comodidad y de seguridad, estas medidas con ayuda de Escalas de Likert (Marquez, Pico, & Cantillo, 2018). Otro de los estudios realizados en Colombia es el llevado a cabo en el municipio de Girardota, Antioquia, en el cual se utilizó un modelo logit multinomial, pero esta vez con el objetivo de estimar y modelar la posible demanda que puede llegar a tener un modo de transporte, que actualmente no se encuentra en funcionamiento, como es el motocarro en las zonas veredales del municipio, con el fin de darle una solución a la problemática del moto-taxismo (Saldarriaga, 2011), pero son prácticamente inexistentes los estudios acerca del modo informal taxi-colectivo, quizás por el hecho que es un fenómeno que en las grandes ciudades suele pasar desapercibido por el momento.

Capítulo 3. Metodología

3.1 Zona de estudio

La zona seleccionada para llevar a cabo el estudio es la calle 45 o Avda. Murillo, desde la carrera 46 hasta la Avda. Circunvalar.

Se selecciona esta zona debido a la importancia que tiene para la movilidad de la ciudad de Barranquilla, y la conexión con su área metropolitana, además porque en esta calle se encuentran los tres modos de transporte seleccionados para nuestro estudio (Transmetro, Rutas de Buses de servicio público, Taxi-colectivos) con importante protagonismo en la movilidad de las personas de los barrios circundantes a esta vía de la ciudad.

Esta vía es catalogada como de primera categoría en el Decreto 0949 de 2013 de la Alcaldía Distrital de Barranquilla, donde se le otorgaron categorías a las diferentes vías de la ciudad, siendo I la categoría más alta y IV la más baja. Al ser la Avda. Murillo Categoría I comparte las siguientes categorías geométricas, estipuladas en el Plan de Ordenamiento Territorial Barranquilla 2012 – 2032:

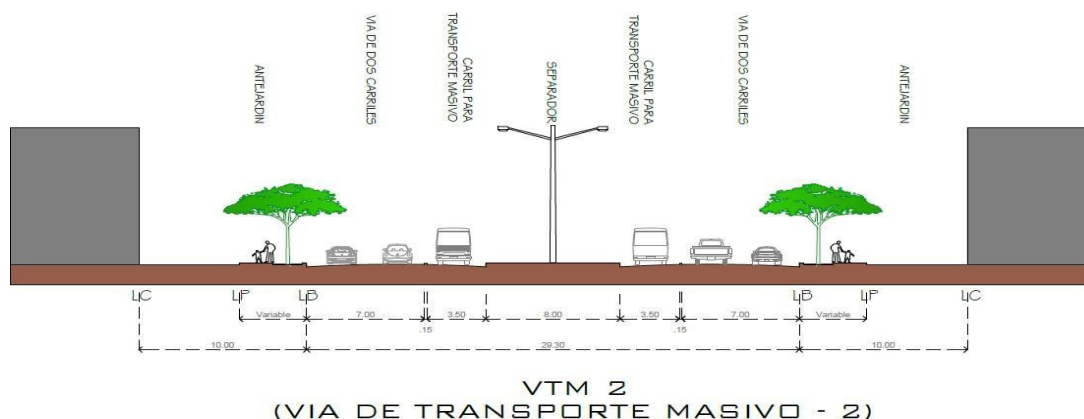


Figura 3.1 Características Geométricas de Avda. Murillo – Fuente: plano de perfiles viales de P.O.T. 2012 Barranquilla

El ancho total de la vía está compuesto por un andén variable en cada costado de la vía, un separador de mínimo 8 metros de ancho, y dos calzadas para la circulación vehicular con tres carriles de 3.5 metros en cada calzada, además el carril interno de cada calzada es denominado Carril de “Solo Bus” y es destinado para uso exclusivo del sistema Transmetro.

Debido a la categoría de la vía, también se puede conocer que el volumen vehicular de la vía es de aproximadamente 1300 veh. Equiv/h, este alto flujo es producto de que esta vía conecta la zona central de Barranquilla con la zona sur de esta misma, hasta el municipio de Soledad, además de tener su fin en la vía Caracolí - Malambo.

Antes de hablar de las características socioeconómicas de las zonas aledañas a la Avda. Murillo, se hace necesario aclarar que en Colombia en los cascos urbanos o cabeceras municipales se suelen dividir o clasificar a la sociedad por estratos socioeconómicos donde el estrato 6 es para las zonas de la ciudad donde se les brinda mayores comodidades sociales a las personas, debido en parte a la mayor la capacidad económica de estas personas, y el estrato 1 para las zonas donde residen las personas con mayores necesidades económicas y con comodidades sociales limitadas, además existen casos de subnormalidad donde la calidad de vida de las personas no alcanza ni siquiera los estándares mínimos del estrato 1, esta es la forma como históricamente se han dividido las ciudades en Colombia, incluyendo a Barranquilla, y dependiendo del estrato también depende el valor del suelo y el uso del mismo.

En el P.O.T Barranquilla 2012-2032 debido a la extensión de la vía (8.46 Km), se estipulan las siguientes características para la Avda. Murillo:

Tabla 3.1

Características de uso de suelo de la Ciudad de Barranquilla según POT 2012-2032

INICIO DE TRAMO	FIN DE TRAMO	TIPO DE SECTOR	ESTRATO	CONECTA CON	SITIOS DESTACADOS
Circunvalar	Carrera 1	CAE	2		Estadio Roberto Meléndez, C.C. Metrocentro
Carrera 1	Carrera 5B	Centralidad sur	2	CAE Cra 4	
Carrera 5B	Carrera 8	CAE	2 y 3	CAE Cra 8	
Carrera 8	Carrera 21	PEC Salud	3	CAE Cra 14	Parque La Victoria
Carrera 21	Carrera 27	Polígono Comercial	3		
Carrera 27	Carrera 38	CAE	3		Parque y cementerio Universal
Carrera 38	Carrera 46	CAE y Centralidad Centro Histórico	3 y 2	centralidad centro histórico y zona comercial de las Cra 43 y 45, y calles 45 y 54	Zona comercial metropolitana, centro histórico y parque Los Enamorados.
Carrera 46	Carrera 50	CAE	3		
Carrera 50	Vía 40	PEC Carnaval	3		Estadio de Béisbol Edgar Rentería (antes Tomas Arrieta) y la Casa del Carnaval

Nota. Fuente propia

En la Tabla 3.1, se puede observar que la principal actividad de los predios aledaños a la Avda. Murillo son de uso comercial y económico, además en cuanto a estrato social su principal rango es el estrato 3 (estrato medio y de mayor predominancia en la ciudad), en adición este corredor sirve de ruta para llegar a importantes sitios generadores y atrayentes de viajes, como son la zona estipulada para empresas de servicios de salud, vías de importante uso comercial y sectores o escenarios dedicados a la recreación y ocio.

Desde el punto de vista del subsistema de transporte la Avda. murillo, es de la categoría de vías con carriles exclusivos del SITM (Sistema de Transporte Masivo), siendo la vía con mayor extensión de las dos troncales existentes (Cra 46 y Calle 45) en el sistema y a su vez la troncal que más estaciones tiene, con 10 estaciones y un portal, de las cuales dos estaciones y el portal están dentro de la jurisdicción del municipio de Soledad, además de esto en el POT 2012-2032 de Barranquilla se busca que el Distrito se conecte internamente y externamente con su área metropolitana haciendo uso de los diferentes modos de transporte con los que cuenta la ciudad y los que se proyectan colocar en operación, por lo tanto, el portal ubicado en el municipio de Soledad, se tiene proyectado que sea un intercambiador modal de transporte, principalmente para los usuarios del municipio de Soledad y Malambo.

Además de esto, debido a la presencia del sistema BRT Transmetro, las autoridades de la ciudad de Barranquilla, determinaron prohibir la circulación de rutas de buses sobre la Avda. Murillo, esto con el fin de que las personas que se desplacen por este corredor, tengan como principal opción de desplazamiento las rutas del Sistema Transmetro, cabe aclarar que las rutas de buses si pueden atravesar de forma perpendicular la calle 45.

Como situación adversa a lo esperado, se les permitió a la gran mayoría de las rutas de buses de servicio público que antes circulaban por la Avda. Murillo que ahora lo hagan por vías

paralelas y compartiendo destinos y orígenes con las rutas troncales y alimentadoras de Transmetro, por lo cual, se convierten en competencia en cuanto a la atracción de la demanda de los pasajeros de la zona en estudio y su área de influencia. Por su parte los vehículos que prestan el servicio de Taxi-colectivo lo hacen con una ruta fija con cierto grado de flexibilidad, según observaciones hechas en campo y pequeñas encuestas realizadas a los conductores de estos servicios, su ruta tiene origen en el barrio Granabastos del municipio de Soledad y finalizan en la carrera 44 (centro de Barranquilla) y la ruta de retorno es por la misma avda. Murillo en sentido contrario, la flexibilidad de estas rutas se presenta según los destinos de los usuarios, es decir el conductor puede llevar a los usuarios hasta su destino o en caso que haya llevado a todos los usuarios antes del final de su ruta, este puede dar por finalizado su trayecto y empezar la ruta de regreso o desplazarse a otros sitios, otras rutas o prestar el servicio de taxi individual.

Esta fue una de las razones por las cuales, se dispone no tener en cuenta el moto-taxismo, ya que este modo no tiene una ruta definida y su capacidad de transporte es de un solo usuario, por lo cual, se determina que no son una competencia con afectación directa sobre la demanda de usuarios en el corredor de la Avda. Murillo, debido a que al no tener una ruta establecida y no recoger más de un pasajero en la vía se torna complejo el control de sus orígenes y destinos.

3.2 Población

La población de la encuesta estará conformada por el valor de máxima carga de pasajeros del Sistema de Transporte Masivo Transmetro en una hora (hora de máxima demanda) sobre el corredor de la calle 45 o Avenida Murillo de la Ciudad de Barranquilla, debido que este número de personas nos da un estimado de las personas que en ese corredor se enfrentan a la elección de un modo entre las tres alternativas propuestas en nuestro proyecto (Transmetro, Bus, Taxi-Colectivo).

El dato del valor promedio máximo de pasajeros transportados por el sistema en una hora sobre el corredor vial de “La Murillo”, fue proporcionado por la misma empresa TRANSMETRO S.A.S, el cual según la información recopilada por su departamento de operaciones, es de 11.632 pasajeros en sentido Sur-Norte (es decir en la troncal 1 del sistema, los vehículos que salen del Portal de Soledad y se dirigen hacia el Portal Joe Arroyo o hacia la Estación del Parque Cultural del Caribe), estos los días hábiles.

Como la investigación tiene dentro de sus objetivos estimar la afectación que tiene en la demanda del sistema Transmetro la presencia de otros modos de transporte informales, se ha escogido esta información dada por la empresa TRANSMETRO S.A.S. como población total para calcular el tamaño de la muestra, ya que al mostrarle situaciones hipotéticas de elección de transporte a las personas, estas mostraran que características de los modos de transporte informales los harían atractivos para las personas que ya utilizan el sistema de transporte Transmetro, y de esa forma cambien sus preferencia actual.

3.3 Tamaño de la muestra

Para conocer la muestra representativa de la población se hace necesario aplicar la teoría de muestreo la cual está dada por la siguiente ecuación:

Ecuación 3.1 Tamaño de la muestra conociendo el tamaño poblacional – fuente: (Ortúzar, 2015)

Donde:

n: Tamaño de la muestra; N: población; σ : Desviación; $Z\alpha$: Confianza o margen de confiabilidad; e: porcentaje de error esperado.

Esta ecuación se utiliza para las situaciones en las cuales se conoce el tamaño de la población, como es nuestro caso. Para completar la ecuación además de la población se necesitan los siguientes parámetros:

Tabla 3.2

Parámetros utilizados para cálculo de muestra

Datos	Parámetros
Margen de confiabilidad	90% (1.65)
Desviación	0.5
Error	5%

Nota. Fuente propia

El porcentaje de error esperado es del 5% en el cual se contemplan los diferentes tipos de errores que se puedan presentar en las encuestas y/o en tabulación de los datos.

Tabla 3.3

Datos para determinar el tamaño de la muestra

Datos	Valor
Población	11.632
Confianza	90%
Zα	1.65
σ	0.5
Error	5%

Nota. Fuente propia

Ingresando estos datos en la ecuación arroja una muestra representativa de 266 personas a encuestar.

3.4 Encuestas

Las encuestas se llevaron a cabo en diferentes puntos de la Avda. Murillo, donde se concentran grandes cantidades de públicos y se cuenta con la presencia de todos los modos de transporte en estudio, en los horarios de 12:30 pm hasta 5:30 pm, los días 25, 26 de julio de 2017 y 4, 7 y 8 de agosto de 2017, se evitó encuestar en horas picos de la mañana y de la tarde, debido a que las personas en estas horas, van con el tiempo justo para tomar el transporte y llegar a su destino, lo que ocasiona que den respuestas sin realizar el análisis adecuado a los escenarios que se le plantean o sencillamente deciden no contestar la encuesta, por eso se tomaron los horarios anteriormente mencionados.

Los puntos escogidos para encuestar fueron los siguientes:

1. Calle 45 con Cra 1c, afueras del Centro Comercial Metrocentro, con cercanía de la Estación “Joaquín Barrios Polos/Estadio Metropolitano” de Transmetro.
2. Calle 45 con Cra 14, cercanías de la Estación de “La Catorce” de Transmetro.
3. Calle 45 con Cra 21, cercanías de la Estación de “La Veintiuna” de Transmetro

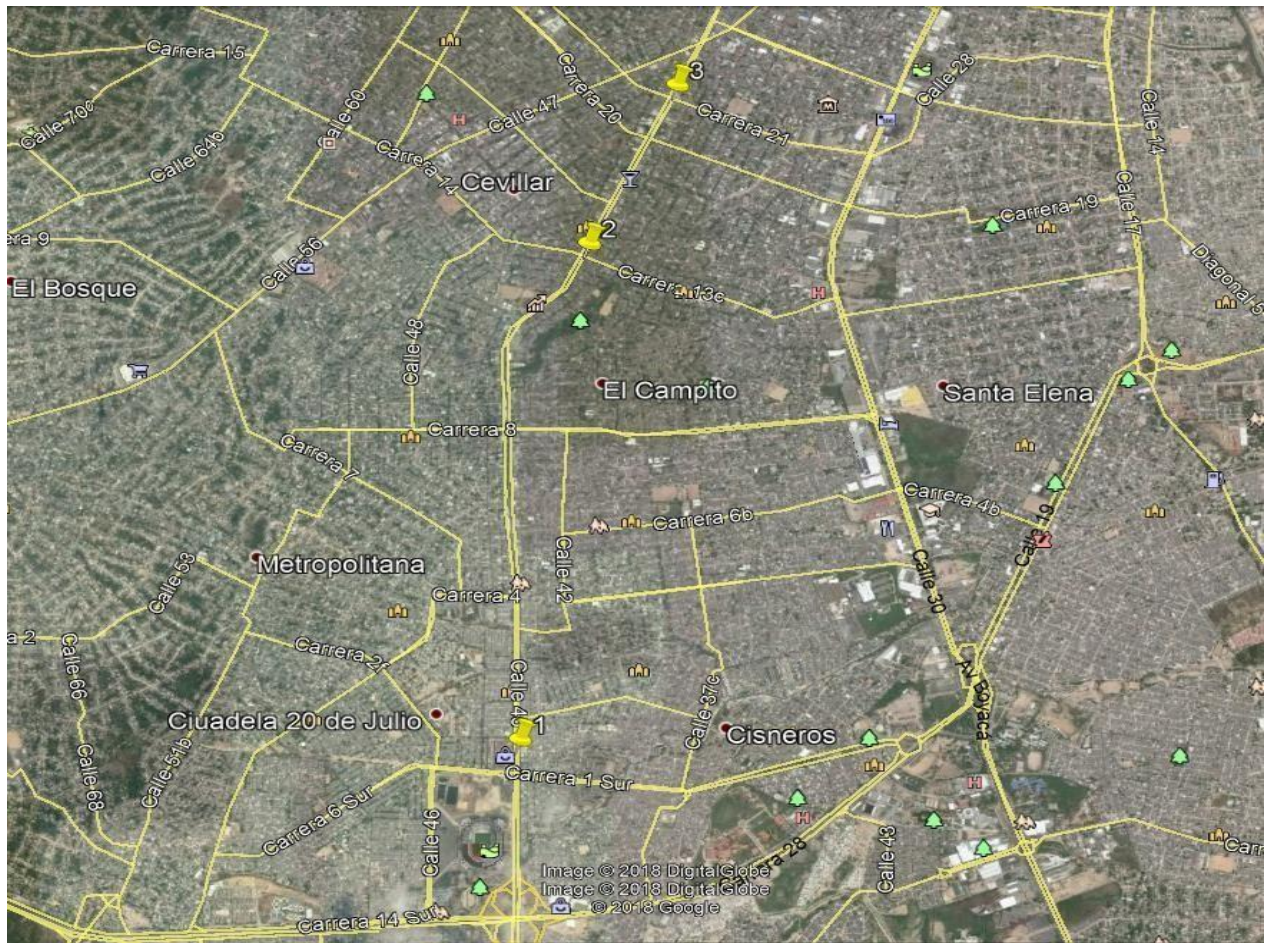


Figura 3.2 Puntos geográficos donde se realizaron aforos – Fuente: Tomada de Google Earth con modificaciones propias

En este ítem es válido aclarar que se realizaron encuestas de Preferencias Reveladas y de Preferencias Declaradas, esto con el fin de obtener una mejor calibración de los modelos y por consiguiente una mejor comprensión del comportamiento de la demanda.

3.4.1 Encuestas de Preferencias Reveladas.

Con estas encuestas se busca conocer la información Socio-económica del encuestado, así como la recopilación de sus datos de viaje. El formato utilizado para encuestas de preferencias reveladas se muestra a continuación:

1. DATOS GENERALES					
Fecha:			Dirección del lugar de la encuesta :		
Estrato:	1	2	3	4	5
Sexo:	Masculino			Femenino	
Edad:	15-20	21-30	31-45	46-60	Mayor de 60
Dirección de origen del viaje:			Dirección de destino del viaje:		
Lugar donde Accede al medio de transporte:					
1. Nivel de estudio Marque con una x una de las siguientes opciones:					
A. Primaria () B. Bachiller () C. Técnico () D. Profesional () E. Posgrado ()					
2. Ocupación					
A. Estudiante () B. Empleado () C. ama de casa () D. informal () E. Independiente ()					
3. Motivo de viaje					
A. Trabajo () B. Estudio () C. Recreación () D. Compras () E. Salud () F. Otros ()					
4. Ingresos					
A. 0-1 SMLV () B. 1-3 SMLV () C. 3-5 SMLV () D. Más de 5 SMLV ()					
5. ¿Cuenta usted con la posibilidad de realizar este viaje en vehículo particular?					
A. No () B. Si () Moto ____ Carro ____					
6. ¿Qué medio de transporte utiliza usted habitualmente para desplazarse?					
A. Transmetro () B. Bus () C. Taxi colectivo () D. Mototaxi () E. otros ()					
7. En caso de que respuesta anterior se A o E ¿cuál de los siguientes medios de transporte es su segunda opción para realizar sus viajes cotidianos?					
A. Bus () B. Taxi colectivo () C. Mototaxi ()					

Figura 3.3 Formato para recopilar datos de encuestas PR – fuente: Propia

En esta encuesta se le consulta al usuario del transporte público por datos como estrato, sexo, edad o rango de edad, origen del viaje y destino, lugar donde accede al modo de transporte,

nivel de estudio, ocupación, motivo del viaje, ingresos mensuales, se le pregunta por la posibilidad de disponer de un vehículo particular para realizar sus viajes, se le pregunta por el medio de transporte que más utiliza en sus desplazamientos y por ultimo su segunda opción de viajes, estas dos últimas preguntas se hacen con el fin de direccionar al encuestado a una de las dos opciones de encuestas de preferencias declaradas que se tienen, Bus vs Transmetro y Taxi-colectivo vs Transmetro.

3.4.2 Encuestas de Preferencias Declaradas

En el modelo se busca estimar los parámetros de las variables que inciden en la elección del modo de transporte del usuario, teniendo como variables básicas el tiempo de viaje, tiempo de espera, costo o tarifa, seguridad y comodidad.

Se plantearon cuatro variables de tres niveles (tiempo de viaje, tiempo de espera, costo e indicador de seguridad) y una variables de dos niveles (comodidad), de acuerdo a los valores actuales y con sus posibles variaciones.

Para el diseño de la encuesta teniendo en cuenta las variables antes mencionadas con sus respectivos niveles, se utiliza el método de diseño experimental conocido como “Diseño Factorial Fraccionado” aplicado con ayuda del Software Ngene, este arrojó un diseño de encuesta dividido en dos grupos o enfrentamientos de modos, Bus vs Transmetro y Taxi-colectivo vs Transmetro, cada uno con 14 combinaciones o escenarios propuestos, que son necesarios que responda un solo encuestado; pero estas 14 combinaciones pueden generar fatiga en el encuestado y que este responda de manera errática para salir del paso, lo cual afectaría los resultados al restarles significancia, por lo tanto se procede a dividir estas combinaciones en 2 bloques de 7 escenarios por cada grupo de encuestas (Bus vs Transmetro, Taxi-colectivo vs Transmetro).

Los valores otorgados a cada variable de la encuesta PD son los siguientes:

Tabla 3.4

Valores utilizados para la elaboración de la encuesta PD

TRANSMETRO			
Tarifa (pesos colombianos)	1500	2000	2500
Tiempo de espera (min)	8	12	18
Tiempo de viaje (min)	15	25	35
Seguridad ciudadana (número de atracos mensuales)	1	3	4
Comodidad	Sentado con aire	De pie con aire	
BUS			
Tarifa (pesos colombianos)	1500	2000	2500
Tiempo de espera (min)	5	10	15
Tiempo de viaje (min)	20	35	50
Seguridad ciudadana (número de atracos mensuales)	2	4	7
Comodidad	Sentado sin aire	De pie sin aire	
TAXI-COLECTIVO			
Tarifa (pesos colombianos)	2000	2500	3000
Tiempo de espera (min)	3	5	10
Tiempo de viaje (min)	15	20	30
Seguridad ciudadana (número de atracos mensuales)	2	4	7
Comodidad	Sentado con aire	Sentado sin aire	

Nota. Fuente propia

Los valores de la Tabla 3.4 se determinaron de la siguiente manera:

- **Tarifa:** precios actuales de los modos de transporte ± 500 pesos colombianos.

- **Tiempo de espera:** se observó en campo el tiempo promedio de las frecuencias de las rutas de cada modo, y también se utilizó información brindada en los tableros electrónicos de las estaciones del sistema Transmetro.
- **Tiempo de viaje:** se realiza de acuerdo al tiempo de viaje promedio en las rutas de transporte público en la ciudad y de acuerdo a la experiencia en recorridos tomados de diferentes longitudes.
- **Comodidad:** se dan las opciones de acuerdo a las “comodidades” ofrecidas en la actualidad por dichos modos de transporte.
- **Seguridad ciudadana:** este indicador de violencia en los modos de servicio público de transporte, se determina de acuerdo a que en la ciudad de Barranquilla se presentaron 7519 hurtos según, el informe de Barranquilla como vamos 2016 (Alcaldía de Barranquilla, 2017), con un índice de victimización en la encuesta de percepción en la ciudad de Barranquilla 2015 del 1% de las personas, las cuales dicen haber sido víctimas de robo en el transporte público, por lo tanto se calcula que en la ciudad se presentan cerca de 75 robos en el transporte público al año, lo que sería el equivalente a cerca de 6 mensuales.

Si se reparten estos robos por distribución modal, quedaría de la siguiente forma, aclarando antes que en la ciudad cerca del 77% de las personas se desplazan en el transporte público formal e informal, incluyendo taxis y Uber, con un 11% y 2% respectivamente (Alcaldía de Barranquilla, 2017).

Tabla 3.5

Distribución de robos por distribución modal

Modo de transporte	Porcentaje de uso	Porcentaje que representa en TP	Distribución de robo mensual
Bus/ buseta/ colectivos	51%(2016)	66%	4
Transmetro	6%(2016)	8%	0.48
Taxi	11%(2016)	14%	0.84
Uber	2%(2016)	3%	0.18
Bicitaxi/mototaxi	6% (2015)	8%	0.48
Taxi-colectivo	1%(2015)	1%	0.06

Nota. Fuente Propia

En la Tabla 3.5, se muestran los indicadores de seguridad que se usaron para el planteamiento de la encuesta PD. Se debe aclarar que muchos robos de los que se presentan en el transporte público no son denunciados y por lo tanto, de estos no se tiene un registro completo. Además, un porcentaje considerable de los robos a personas (atracos-raponazos), tipo de hurto que representa el 65% de los robos, se pueden presentar en momentos en los cuales las personas realizan la caminata para acceder al transporte público o en los paraderos autorizados de buses y del sistema Transmetro, incluso, la percepción ciudadana identifica estos últimos como sitios peligrosos. Se sabe por la percepción de seguridad de los ciudadanos y por diferentes medidas que toman las autoridades que los modos de transportes informales son los más perjudicados o afectados por la delincuencia por lo tanto los valores para la encuesta PD quedan de la siguiente forma.

Tabla 3.6

Valores escogidos como indicadores de seguridad ciudadana en transporte público –

Modo de transporte	Valores para encuesta	Observación
Bus/buseta	2,4,7 situaciones de robo mensual	Este se basa en valores por debajo y por arriba del promedio
Transmetro	1,3,4 situaciones de robo mensual	La percepción de seguridad en este sistema es casi la mitad de los buses o busetas
Taxi-colectivo	2,4,6 situaciones de robo mensual	Se sabe por diversos estudios, percepción ciudadana y por noticias referentes que tienden a ser afectadas por la delincuencia

Nota. Fuente Propia

3.4.3 Encuesta piloto

Se realizó un promedio de 25 encuestas como prueba piloto, 13 en Bus vs Transmetro y 12 en Taxi-colectivo vs Transmetro, con el fin de conocer el comportamiento de las personas en

general ante las situaciones hipotéticas planteadas, estas se realizaron con los formatos mostrados en los anexos.

Esta encuesta piloto se llevó a cabo en los alrededores de la Universidad de la Costa y en la intersección Cra 14 con Calle 45, la encuesta arrojó significancia dentro de las variables básicas estimadas en los modelos (tiempo de viaje y de espera, y costo), así como signo esperado, negativo en todos los casos, donde nos indica que a medida que crecen los valores de estos atributos menor será la probabilidad de escogencia del modo.

3.4.4 Encuesta final

Se realizaron 238 encuestas PR y 238 encuestas PD (un total de 1666 observaciones) a usuarios del transporte público de la ciudad de Barranquilla dentro del área de influencia de la calle 45, de estas 238 encuestas 128 se realizaron con el formato de Bus vs Transmetro y 110 para el grupo de Taxi-colectivo vs Transmetro.

3.5 Análisis de la información

Para el tratamiento de la información recopilada por medio de encuestas, se utiliza el programa de Excel Office, se tabulan los datos en este programa y se extraen las características socio-económicas y demográficas de las personas encuestadas, con ayuda de tablas dinámicas.

3.6 Modelación

La modelación se llevara a cabo con ayuda del programa Biogeme versión 2.2, en el cual se ingresan los datos tabulados en Excel, previamente convertidos en hoja de procesamiento de texto (.txt), esta modelación se hace de acuerdo al marco teórico de esta investigación y las investigaciones utilizadas de referencia.

Capítulo 4. Resultados

4.1 Modelo de elección discreta

Este modelo tendrá como fin determinar la utilidad que percibe el usuario en cada modo planteado como alternativas en las encuestas; los modos a considerar son Transmetro, Bus y Taxi-colectivo, el mototaxismo no se considera debido a la presencia de trayectos no fijos en su servicio.

La estructura general del modelo es la función de utilidad, la cual cuenta con la siguiente ecuación:

Ecuación 4.1 Modelo de máxima utilidad básico elegido –fuente: propia

Y se modela de acuerdo a la teoría de los modelos logit multinomial (MNL)

4.2 Análisis de encuestas

Se realizaron un total de 238 encuestas validas, 128 de Tm vs Bus, y 110 de Tm vs Taxi – colectivo, las cuales entregan el siguiente perfil de la muestra.

4.2.1 Distribución de personas encuestadas por sexo

La recolección de la información de las encuestas concluye con un total de 238 encuestas validas, de las cuales el 63.18% de los encuestados son del sexo masculino y un 36.82% del sexo femenino.

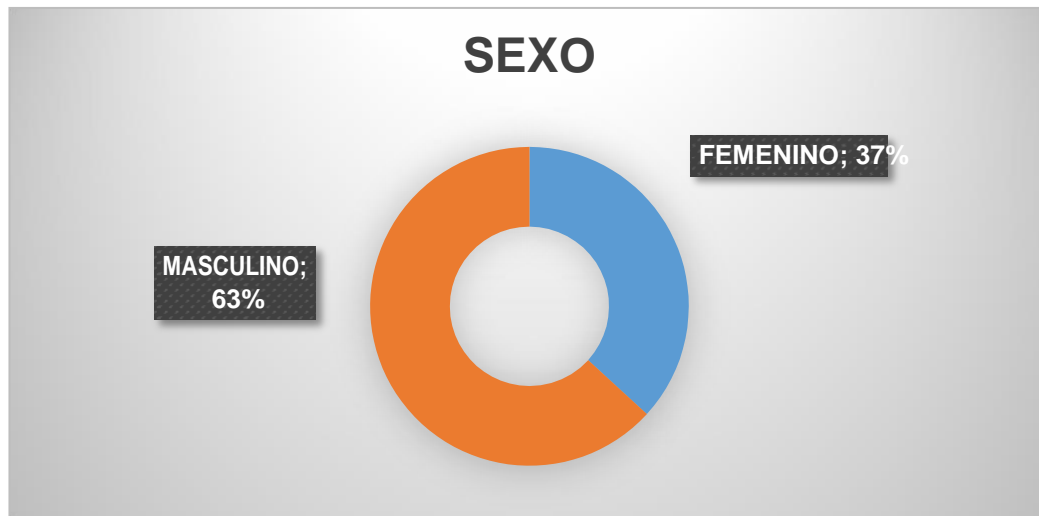


Figura 4.1 Distribución de la muestra encuestada según género – fuente: Propia

4.2.2 Distribución de personas encuestadas por estrato

De las 238 personas encuestadas también se distribuyen por estrato socioeconómico, obteniendo que el 25% del estrato1, el 36% estrato2, 33% estrato 3, 5% estrato 4 y menos del 1% del estrato 5.

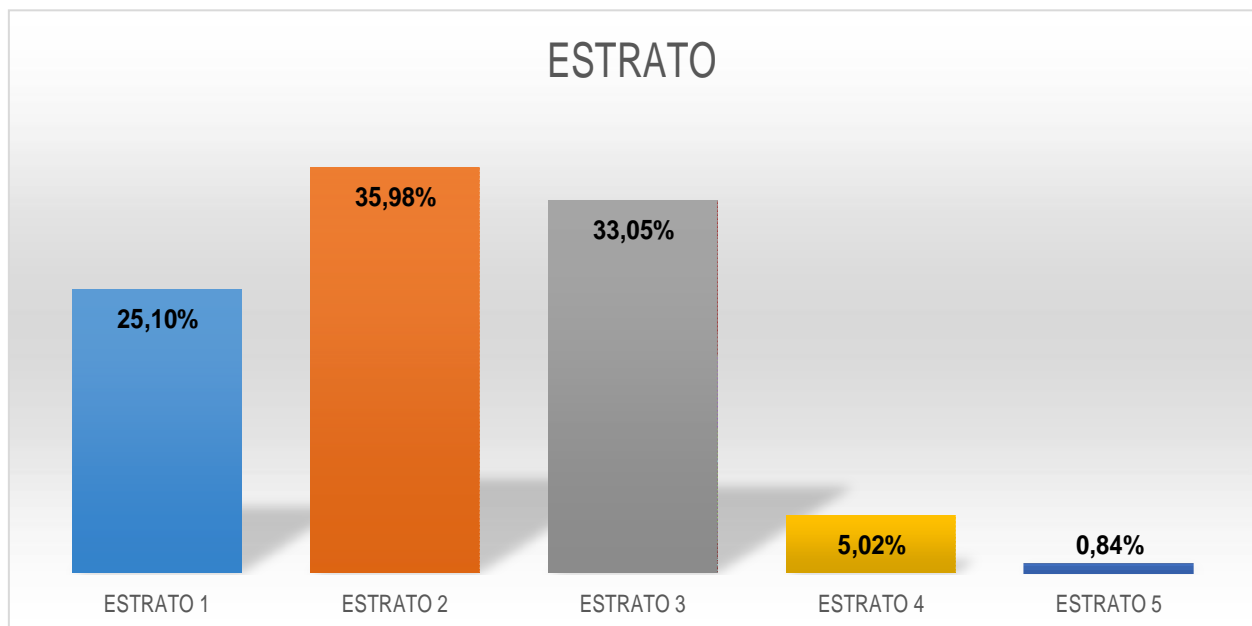


Figura 4.2 Distribución de la muestra encuestada según estrato socio-económico – fuente: Propia

Esta información está acorde con la información ofrecida en el POT 2012, acerca de los sectores alrededor de la Calle 45 o Avda. Murillo, donde la gran mayoría del su área residencial cercana pertenece al estrato 3 y 2, principalmente en los alrededores de los puntos escogidos para realizar las encuestas (alrededores de la Estación Metropolitano de Transmetro, Cra 14 con Calle 45, Cra 21 con calle 45).

4.2.3 Distribución de personas encuestadas por edad

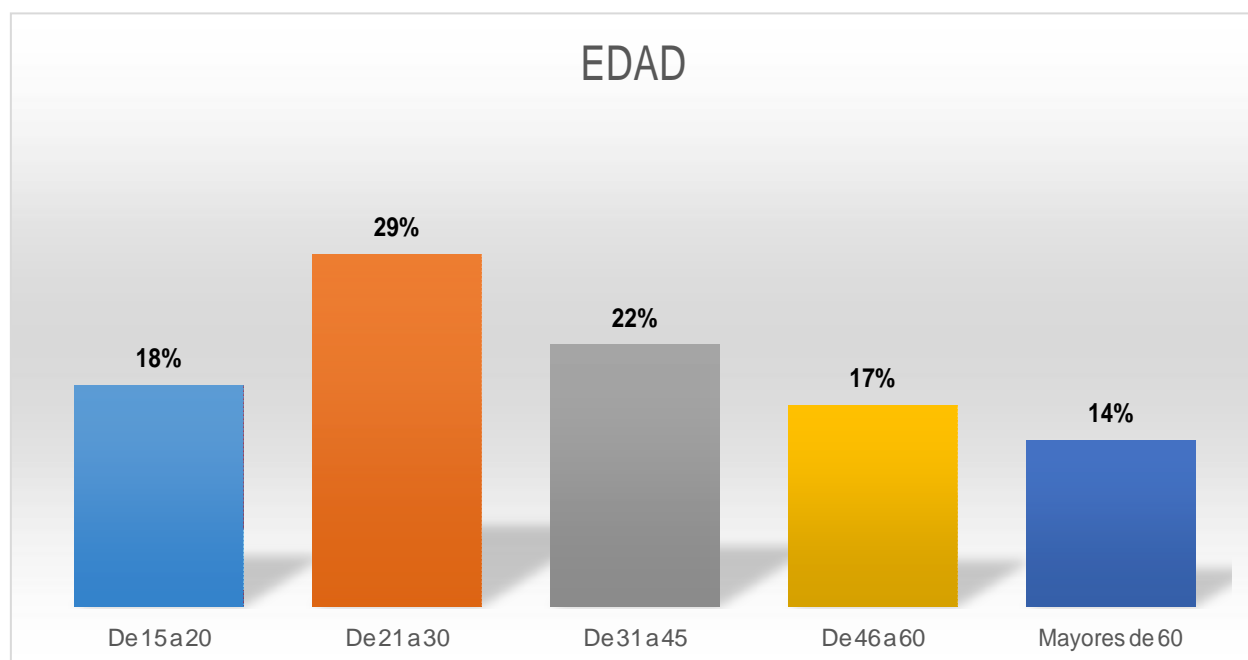


Figura 4.3 Distribución de la muestra encuestada según rango de edad – fuente: Propia

En cuanto a la distribución por edad, se tiene una distribución de porcentajes similares, ya que el 18% de los encuestados está en el rango de 15-20 años, el 29% (rango de mayor porcentaje) está entre 21-30 años, el 22% se encuentra entre 31-45 años, el 17% entre 46-60 años, y un 14% para las personas mayores de 60 años.

4.2.4 Distribución de personas encuestadas por nivel de estudio

Dentro de las personas encuestadas se encuentran diferentes niveles de estudio distribuyéndose de la siguiente manera, 12,55% llegaron al nivel de primaria, un 42,26% tienen

grado de Bachillerato, un 24,69% tienen una carrera técnica o tecnológica, un 18,41% tienen una carrera profesional, y un 2,09% cuenta con un posgrado dentro de sus estudios; por lo cual se puede considerar que cerca del 90% de las personas encuestadas cuentan al menos con un nivel de bachillerato, y contaban con la capacidad cognitiva de responder la encuesta.

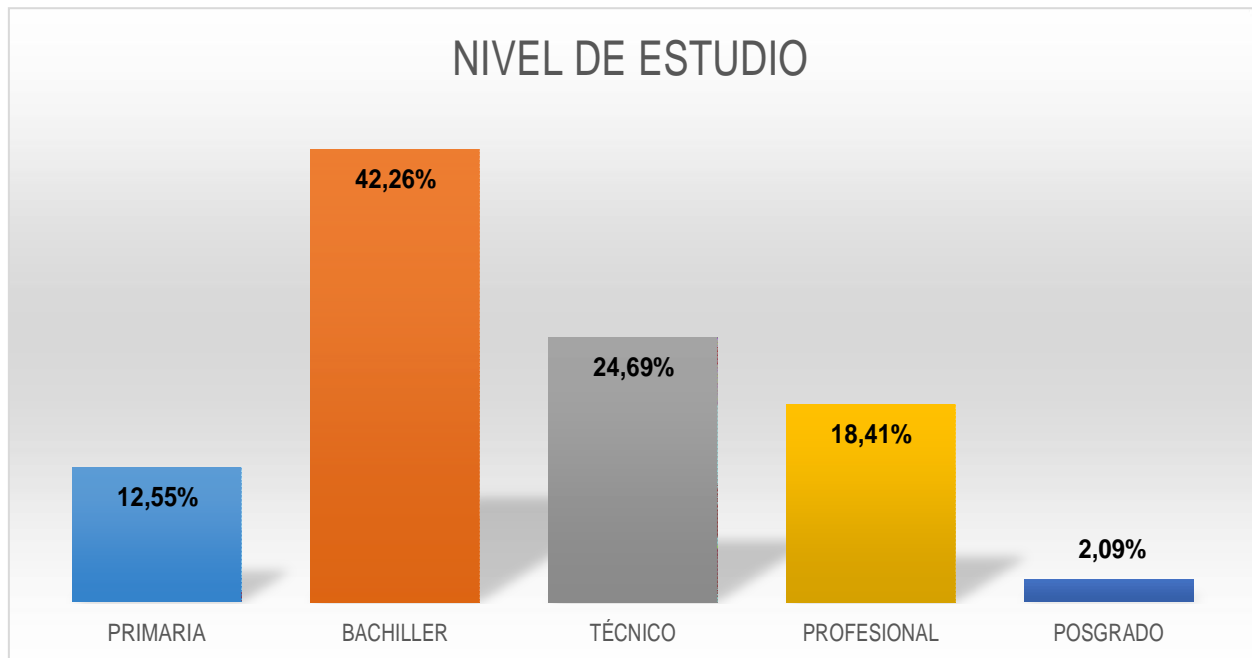


Figura 4.4 Distribución de la muestra encuestada según nivel de estudio – fuente: Propia

4.2.5 Distribución de personas encuestadas por ocupación

Según la distribución por ocupación cerca de la mitad (46,86%) de los encuestados son empleados, seguido por estudiantes con un 23,01%, un 21,34% se encuentra ocupado de manera independiente, un 5,44% son amas de casa y un 3,35% labora de forma informal.

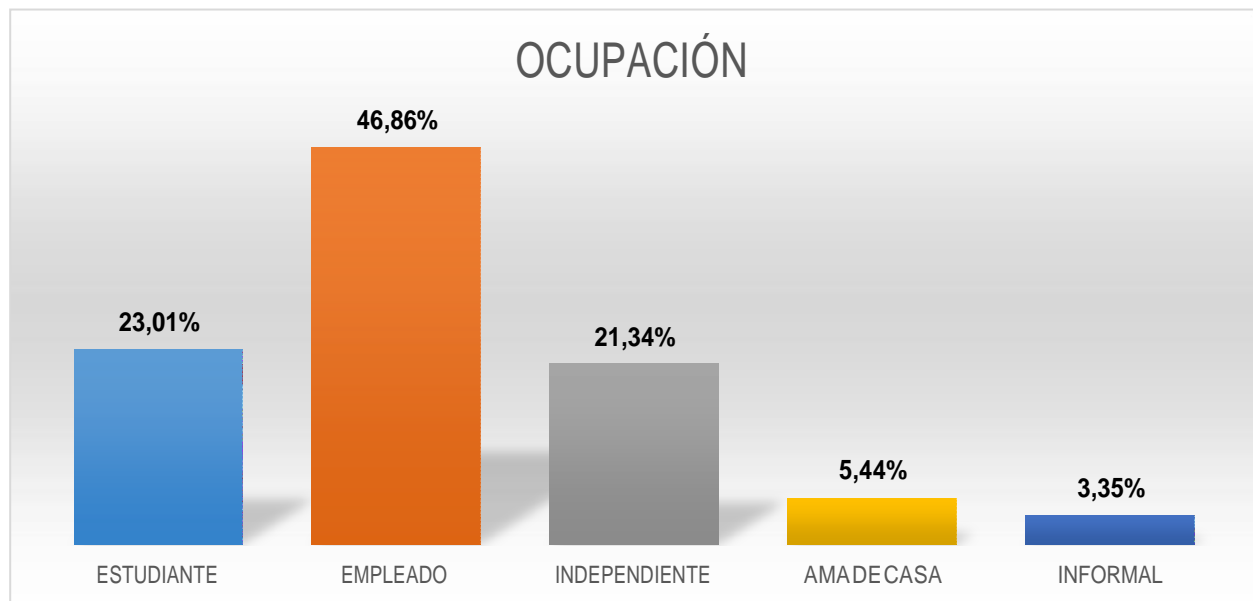


Figura 4.5 Distribución de la muestra encuestada según ocupación – fuente: Propia

Esto coincide con la información publicada por el Departamento Nacional de Estadística, donde en los trimestres de Julio – Septiembre 2017, la tasa de desocupación en Barranquilla es de las más bajas del país con un 8.9%. (Departamento Nacional de Estadísticas, 2017).

4.2.6 Distribución de personas encuestadas por motivo de viaje

Al preguntar a las personas sobre la razón del viaje a realizar o realizado, cerca de la mitad (46,03%) reveló que era por razones de trabajo, en concordancia con el porcentaje de personas empleadas en la distribución por ocupación; también, teniendo una misma lógica en la distribución de ocupación y motivo de viaje se tiene que el 20,08% de las personas realizan viajes por motivo de estudio; luego un 15,48% responde que es por motivos de recreación, un 9,62% dice que ser por motivos de compras; la suma de estos dos últimos motivos de viaje (Compras y recreación) puede ser bastante representativo, esto debido a las características comerciales de la Calle 45, principalmente en la zona alrededor de la Estación Estadio Metropolitano de Transmetro, donde se cuenta con la presencia de C.C Metrocentro, C.C. Éxito Metropolitano, y también de zonas de recreación como el parque – jardín Botánico de La

Victoria y el parque del Estadio Metropolitano; y por ultimo un 4,6% y 4,18% para motivos de viajes de Salud y otros respectivamente.

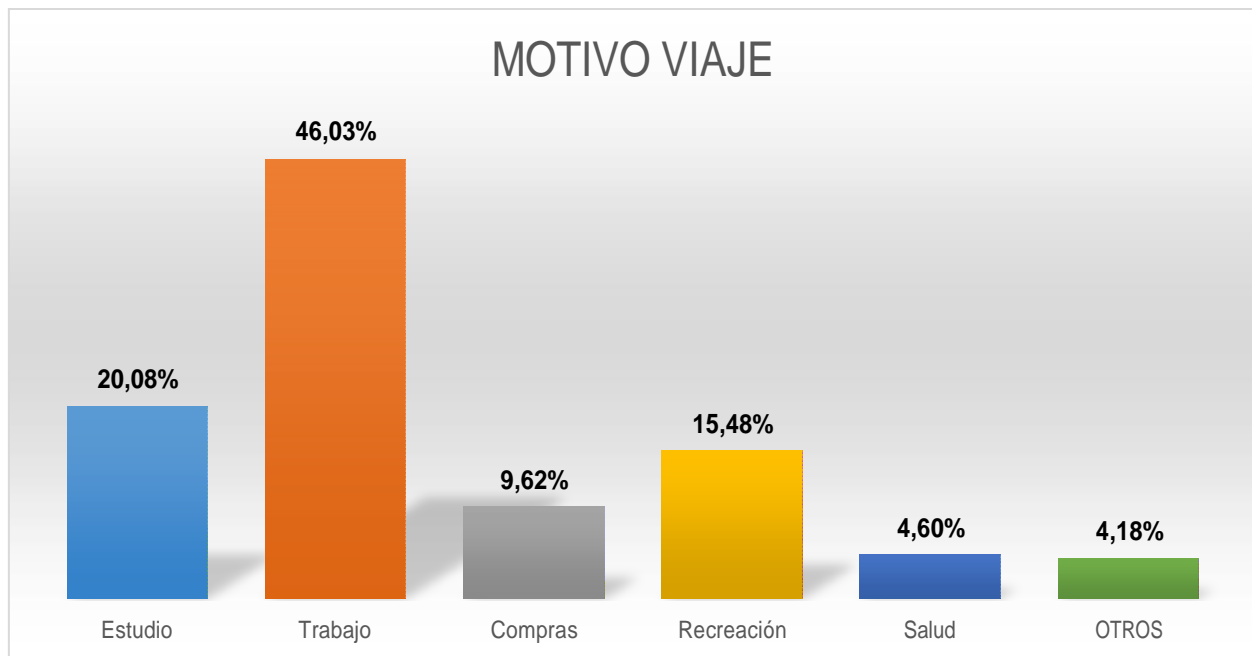


Figura 4.6 Distribución de la muestra encuestada según Motivo de viaje – fuente: Propia

4.2.7 Distribución de personas encuestadas por niveles de ingresos mensuales

Otro factor socioeconómico importante a tener en cuenta es el nivel de ingreso mensual donde el 61,51% dice tener ingresos mensuales en el rango de 0 a 1 salario mínimo mensual vigente (\$737.717 pesos para el año 2017), el 33,47% dice tener ingresos que varían entre 1 y 3 salarios mínimos, 3,77% tienen ingresos entre 3 a 5 salarios mínimos y un 1,26% tienen más de 5 salarios mínimos como ingresos. Esto tiene coincidencia con el alto porcentaje de personas en nivel de estudio bachiller y el alto porcentaje de estudiantes.

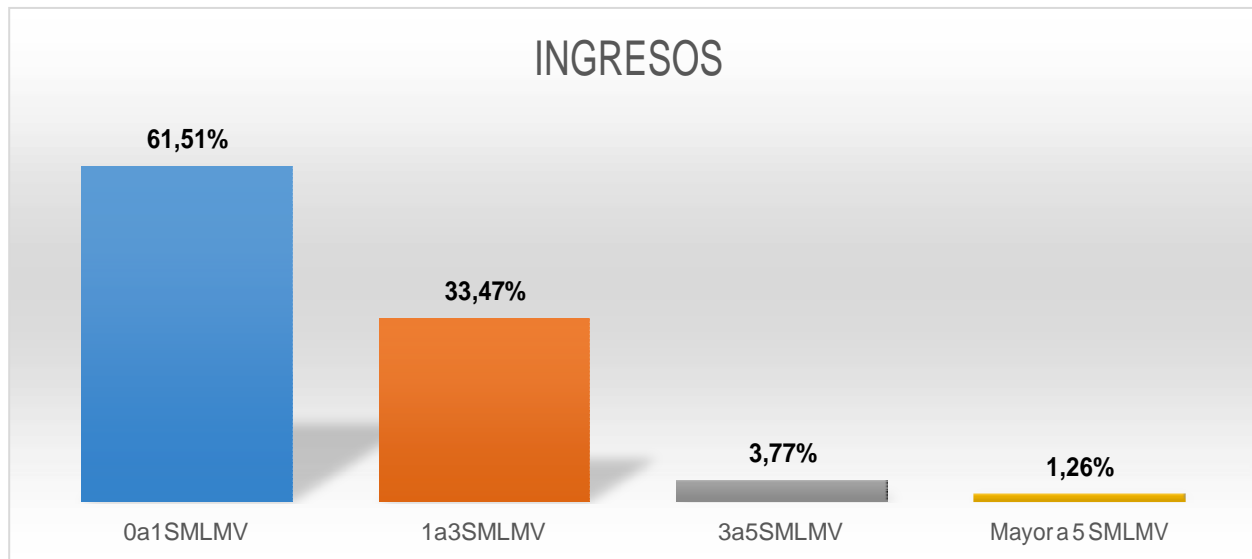


Figura 4.7 Distribución de la muestra encuestada según ingresos mensuales – fuente: Propia

4.2.8 Distribución de personas encuestadas por posibilidad de realizar el viaje en vehículo particular

Dentro de la encuesta también se recoge información acerca de cuantas personas tienen la posibilidad de realizar su viaje cotidiano en vehículo particular, ya sea moto o carro, esto los podría convertir en futuros usuarios perdidos por parte de los modos públicos de transporte, a esta pregunta el 69,04% contestó que no contaba con la posibilidad de realizar el viaje en vehículo particular, el 19,67% respondió que este viaje lo podían realizar en auto y el 11,3% cuenta con la posibilidad de realizar el viaje en moto.

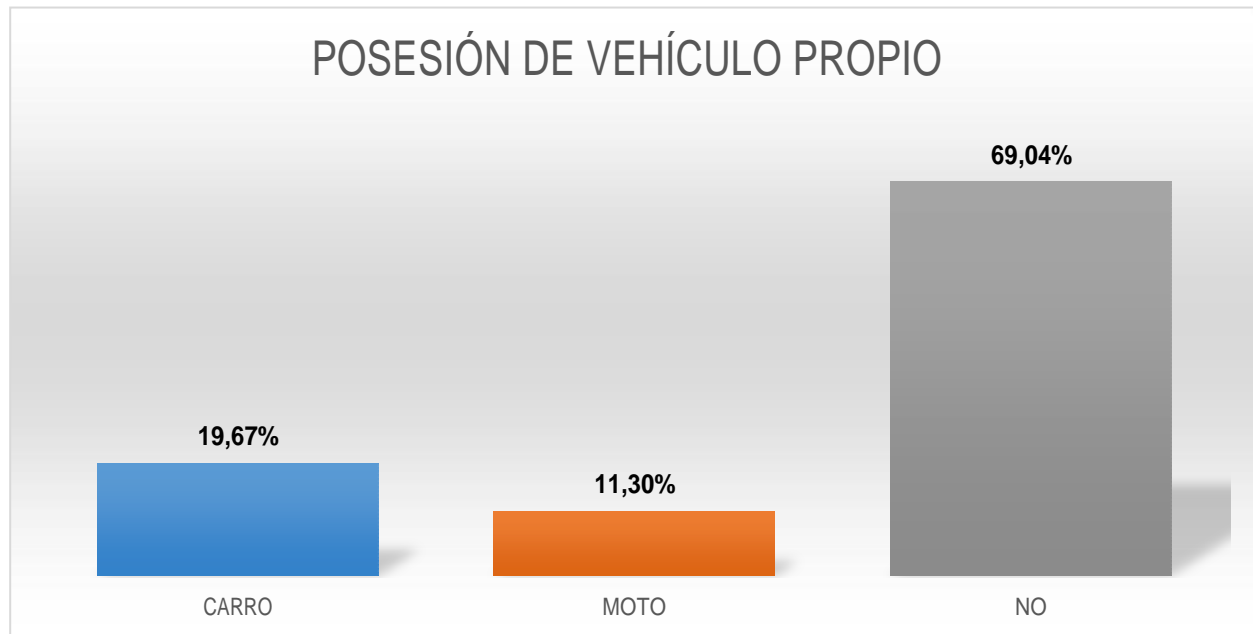


Figura 4.8 Distribución de la muestra encuestada según capacidad de contar con Vehículo propio – fuente: Propia

4.2.9 Distribución de personas encuestadas por modos transporte principalmente utilizado

A las personas también se les hizo la pregunta de cuál era el modo de transporte que principalmente utilizaba para sus viajes cotidianos, donde el 44,35% respondió que usa Transmetro, el 29,71% dice que usa bus, el 18,83% dice usar taxi-colectivo y el 7,11% responde usar otro modo de transporte para realizar sus viajes.

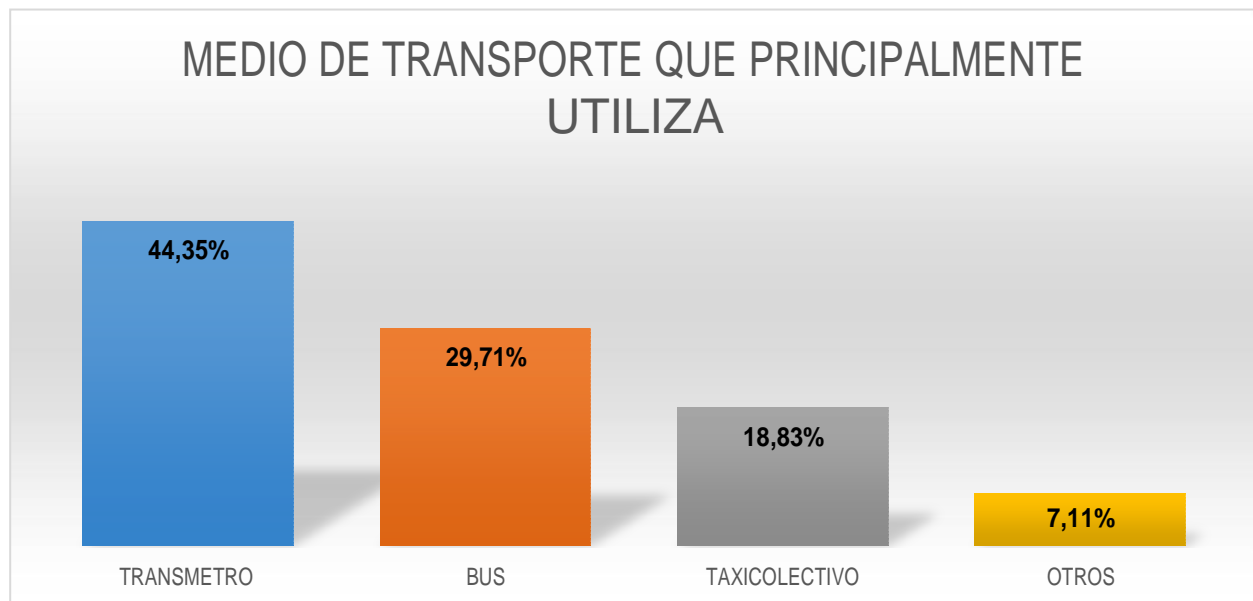


Figura 4.9 Distribución de la muestra encuestada según principal modo de transporte que utiliza – fuente: Propia

El alto porcentaje de uso de Transmetro es consecuencia de las cercanías de las estaciones de este sistema.

4.2.10 Distribución de personas encuestadas por segunda opción de modo transporte para realizar viajes cotidianos

Debido a que se necesitaba para las encuestas de Preferencias Declaradas enfrentar a las personas a dos modos de transporte (Transmetro vs taxi-colectivo, Transmetro vs bus), a los encuestados que respondían como modo de transporte de su preferencia el Transmetro u otros, se les preguntaba cuál era su segunda opción de transporte dándole la opción de escoger entre bus y taxi-colectivo, donde al 48,95% de los encuestados no fue necesario consultarle por su segunda opción, el 27,2% revela utilizar el taxi-colectivo como segunda opción y el 23,85% da como segunda opción al bus.

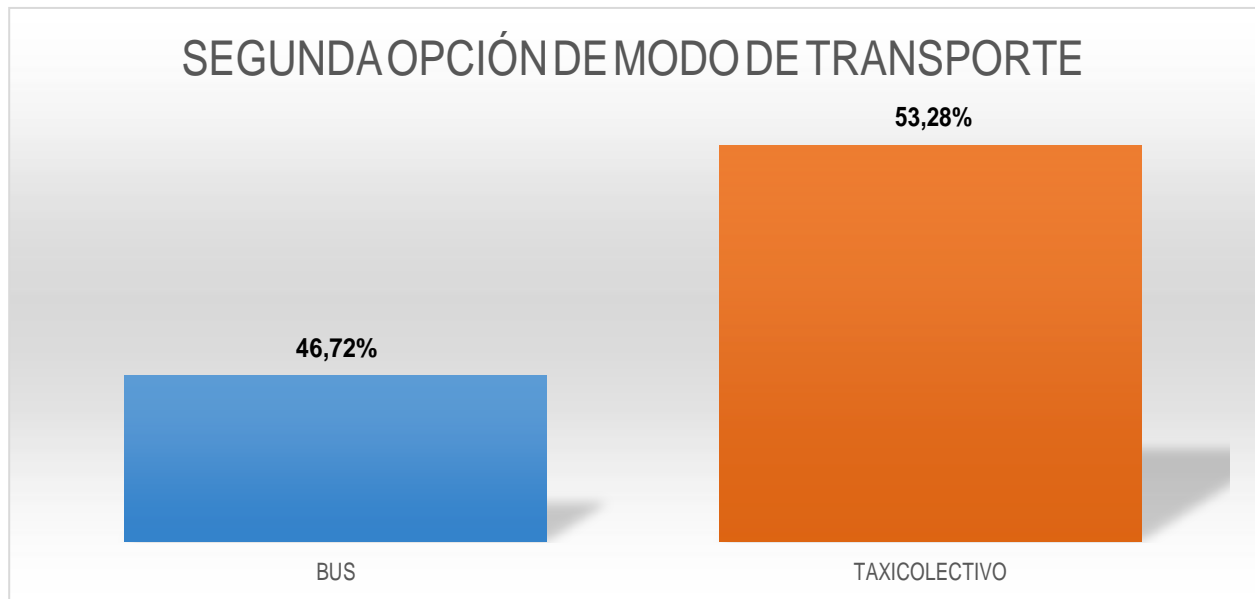


Figura 4.10 Distribución de la muestra encuestada según segundo modo de transporte que utiliza – fuente: Propia

Para analizar el comportamiento de la muestra al escoger el medio de Transporte, según sus características socio – económicas, en este caso tenemos el enfrentamiento de sexo de la persona encuestada vs el transporte que utiliza, obtenemos los siguientes resultados:

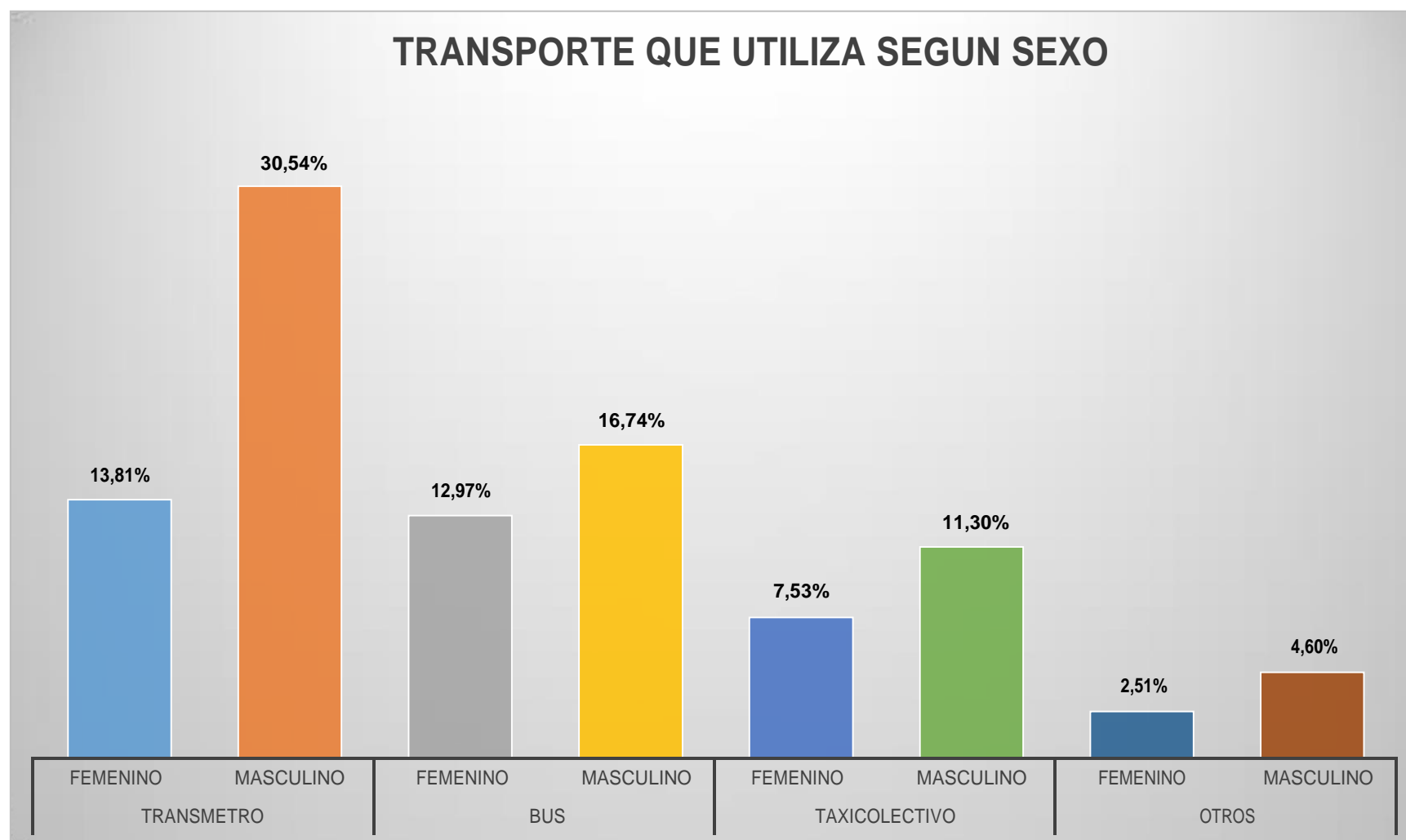


Figura 4.11 Distribución de la muestra encuestada de principal modo de transporte que utiliza según sexo – fuente: Propia

En la Figura 4.11 se observa que el 30% de los encuestados hombres prefieren usar el Transmetro como modo de transporte, mientras que el 16.74% prefieren usar el bus regular. Por su parte, el 13.81% de las mujeres encuestadas prefieren Transmetro y el 12.97%, el bus.

Si realizamos un análisis de edad vs el modo de transporte mayormente utilizado tenemos la siguiente gráfica, donde se representan cuantos de los 238 encuestados están dentro de uno de los rangos de edad y escogen uno de los modos de transporte

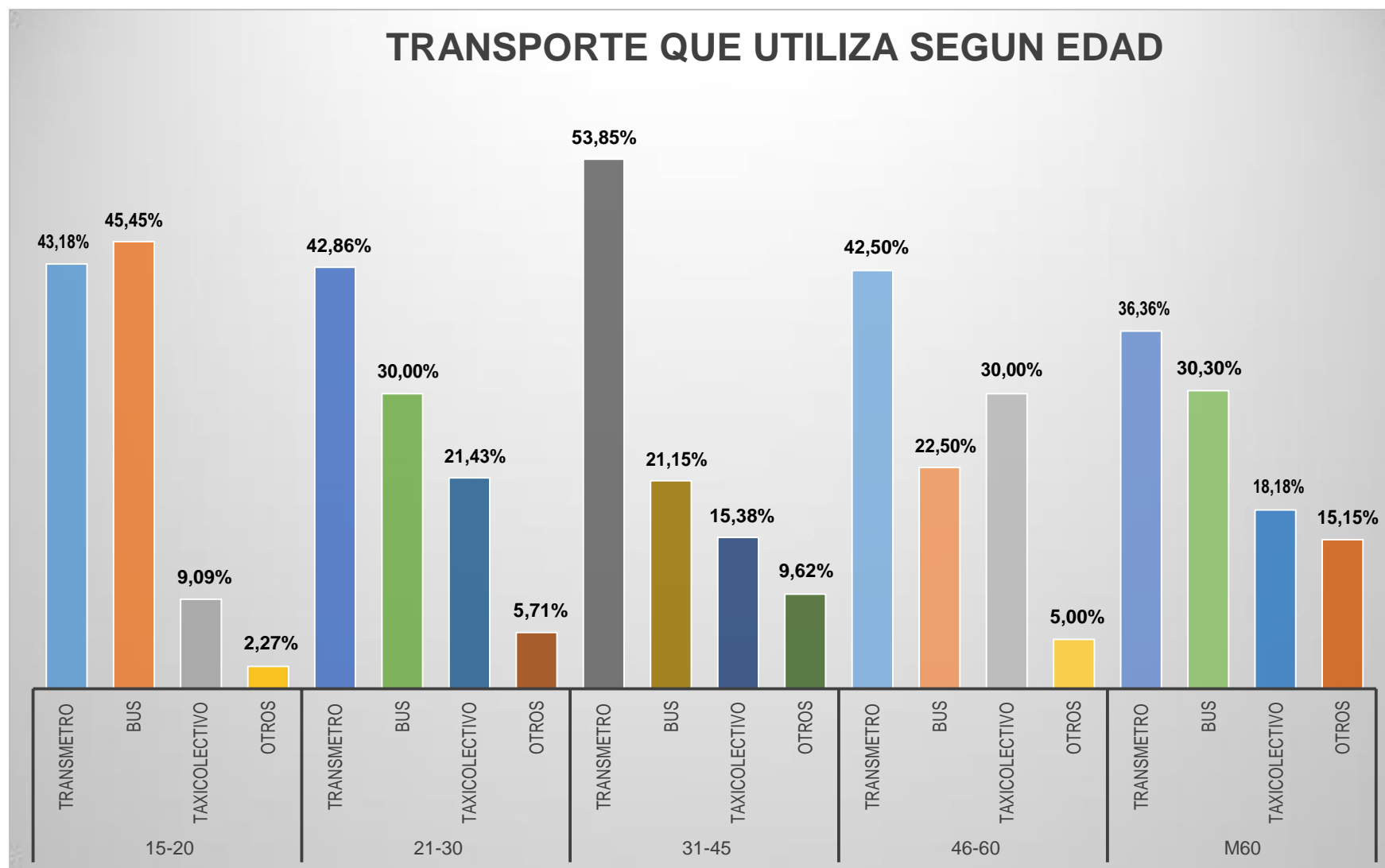


Figura 4.12 Distribución de la muestra encuestada de principal modo de transporte que utiliza según edad – fuente: Propia

Se puede observar que en el rango de edad de 15 a 20 años, el modo de transporte que más utilizan es el bus (45,45%), seguido del Transmetro con un 43,18%, y con 9,09% y 2,27% el Taxi-colectivo y otros respectivamente.

En el rango de edad de 21 a 30 años el modo más usado es el Transmetro con un 42,86%, seguido del bus con 30%, el taxi-colectivo 21,43% y 5,71% para otros modos.

Para el rango de edad de 31 a 45 años el modo más usado con una amplia diferencia es el Transmetro con un 53,85%, seguido con 21,15% por el bus, un 15,38% por el taxi-colectivo y 9,62% para otros modos.

En el rango de edad de 46 a 60 años el transporte más utilizado es el Transmetro con 42,5%, seguido del taxi-colectivo con 30%, y bus y otros con 22,5% y 5% respectivamente.

El siguiente rango de edad de mayores de 60 años, el modo más usado es el Transmetro con 36,36%, seguido del bus con 30,30%, taxi-colectivo con 18,18% y otros con 15,15%.

Por último se realizara una combinación entre el modo de transporte más utilizado y el nivel de estudio de la persona.

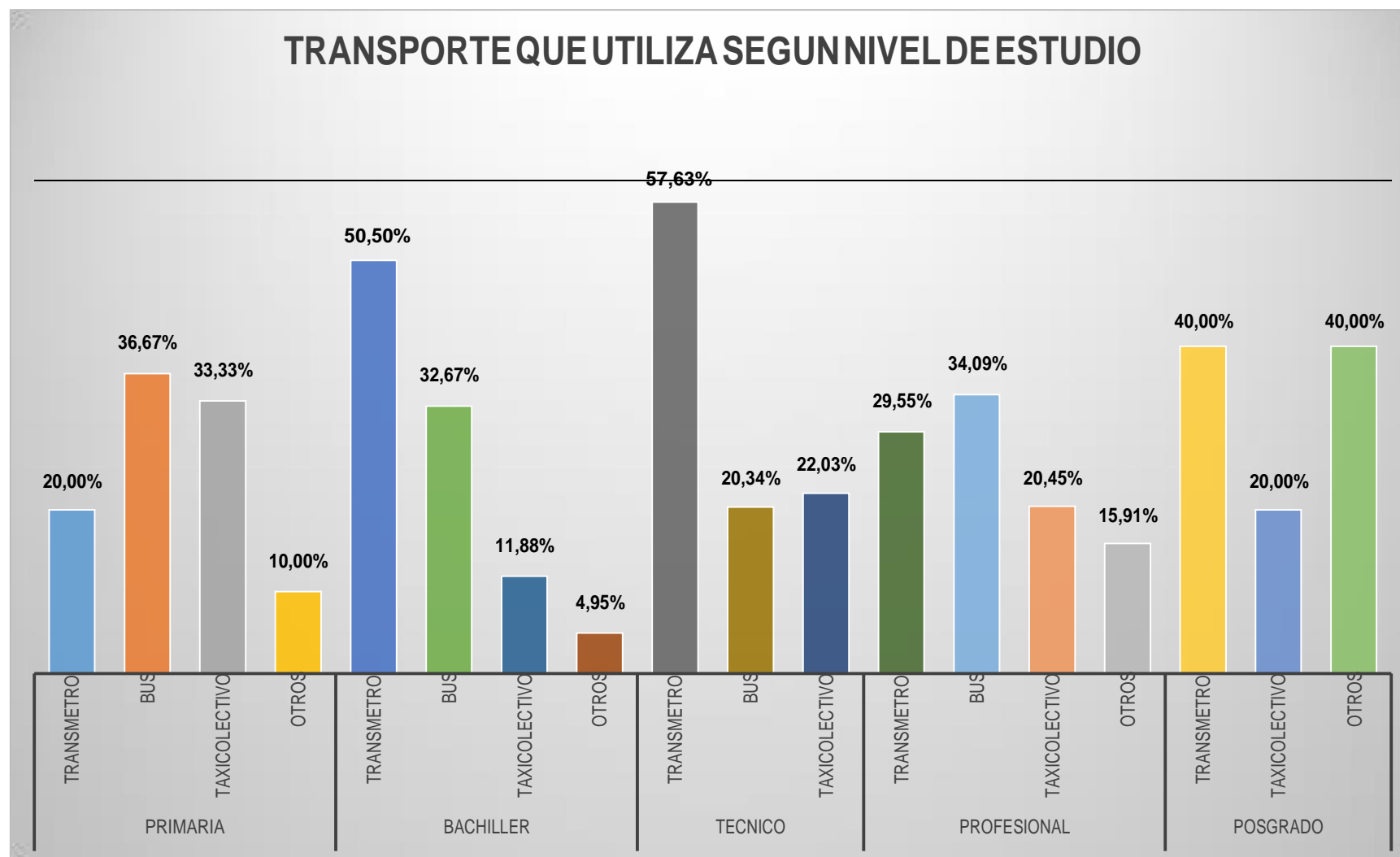


Figura 4.13 Distribución de la muestra encuestada de principal modo de transporte que utiliza según nivel de estudio – fuente: Propia

En esta combinación se puede observar que, para las personas con nivel de estudio de primaria, el modo más utilizado es el bus con 36,67%, seguido del taxi-colectivo con 33,33%, Transmetro con 20% y otros modos de transporte con 10%, por lo tanto se puede ver que las personas de este nivel de estudio, tienen poca predilección para el sistema BRT.

En el caso de las personas que llegaron hasta el nivel de estudio de bachillerato, el modo más usado es el Transmetro con 50,50%, seguido del bus con 32,67%, taxi-colectivo con 11,88% y otros con 4,95%.

En el caso de las personas que tienen carreras técnicas o tecnológicas, el modo más usado es el Transmetro con 57,63%, seguido del taxi-colectivo con 22,03% y luego el bus con 20,34%. Los encuestados con este nivel de educación expresaron no usar otros modos de transporte diferentes a los ya mencionados.

Los profesionales expresaron que su modo de transporte más usado es el bus en un 34,09%, seguido del Transmetro con el 29,55%, luego el taxi-colectivo con 20,45% y por ultimo otros modos con 15,91%.

En el caso de las personas con el nivel de estudio más alto referenciado en la encuesta, (posgrado) respondieron que los modos más usados es Transmetro u otros con un 40% y taxi-colectivo con un 20%. En esta categoría se encuestaron a 5 personas, lo que genera una muestra estadística poco significativa.

4.3 Modelos Básicos

En estos modelos se probaron las características básicas de los modos de transporte, siendo estas los tiempos de viaje y de espera, costo o tarifa del modo, índices de seguridad y de comodidad, sin incluir las características socioeconómicas de los encuestados.

4.3.1 Modelo Básico en Buses vs Transmetro.

- **Modelo**

Ecuación 4.2 Modelo de máxima utilidad básico elegido para Buses vs Transmetro – fuente: propia

La variable seguridad es medida a través de la cantidad posibles de atracos mensuales a presentarse en estos medios de transporte, y se agrega también la variable muda de comodidad en Transmetro (1 para sentado con aire y 0 de pie con aire) y en bus (1 para sentado sin aire y 0 de pie sin aire).

- **Resultados**

Tabla 4.1

Resultados de estimación de modelos básicos de Buses vs Transmetro

Variable	Valor	t-test	p-Value
ASC1	0	Fijo	
ASC2	-0.102	-1.01	0.31
	0.00441	0.04	0.97
	-0.0831	-3.24	0.00
	-0.000388	-4.16	0.00
	-0.0351	-2.87	0.00
	-0.0296	-7.93	0.00
Log. Verosimilitud	-561,774		

Nota. Fuente Propia

ASC: parámetro específico de cada modo.

Atributo de cada modo que especifica cada variable, el subíndice indica a que variable corresponde (tiempo de viaje y espera, costo, comodidad y seguridad).

Value: es un valor que entre más cercano a cero sea, mayor es su significancia.

Log verosimilitud: valor del parámetro que tiene mayor probabilidad de haber generado la muestra observada.

Test-t: parámetro para evaluar la significancia de cada variable, 95% de nivel de confianza cuando es mayor a $|t|$

Como se pueden observar en los resultados las variables son significativas en un nivel de confianza superior al 95% (t-test mayor o igual a $|t|$), con excepción de la variable de comodidad, la cual, tiene muy baja significancia. En cuanto al signo que acompaña este valor, todas tienen el signo esperado, ya que las variables de tiempos, tarifa y seguridad son negativas, lo que demuestra que al aumentar los valores de estos atributos, existe menos probabilidad de seleccionar estos modos de transporte, además, la comodidad presenta un signo positivo, lo cual indica que las personas prefieren el modo de transporte con mayor comodidad (sentado con aire en Transmetro y sentado sin aire en bus), pero como se ha dicho anteriormente es poco significativo.

4.3.2 Modelo Básico en Taxi-colectivo vs Transmetro.

- **Modelo**

Ecuación 4.3 Modelo de máxima utilidad básico elegido para taxi-colectivo vs Transmetro – fuente: propia

Este es un modelo que incluye las características básicas del modo de transporte, tal como son el tiempo de acceso y de viaje, y la tarifa del viaje.

- **Resultados**

Tabla 4.2

Resultados de estimación de modelos básicos de taxi-colectivo vs Transmetro

Variable	Valor	t-test	p-Value
ASC1	0	Fijo	
ASC2	0,217	1,59	0,11
	-0,000461	-3,46	0,00
	-0,0205	-1,22	0,22
	-0,0322	-3,45	0,00
Log. Verosimilitud	-510,916		

Nota. Fuente Propia

ASC: parámetro específico de cada modo.

Atributo de cada modo que especifica cada variable, el subíndice indica a que variable corresponde (tiempo de viaje y espera, costo, comodidad y seguridad).

Value: es un valor que entre más cercano sea a cero, mayor es su significancia.

Log verosimilitud: valor del parámetro que tiene mayor probabilidad de haber generado la muestra observada.

Test-t: parámetro para evaluar la significancia de cada variable, 95% de nivel de confianza cuando es mayor a | |

Como se pueden ver en los resultados los valores tienen los signos esperados (-), pero el tiempo de acceso da poco significativo, menores a t-test | |, el resto de variables si da mayor, por lo tanto son significativos.

4.4 Modelos desarrollados teniendo en cuenta las características Socioeconómicas

Estos modelos se desarrollaron teniendo en cuenta las características socioeconómicas de los encuestados, debido a que estas variables son en su mayoría de tipo cualitativo, se procede a

utilizar la teoría de las variables mudas o dummies, donde cierta característica toma el valor de 1 y el resto 0.

4.4.1 Modelos desarrollados en Bus vs Transmetro.

Modelo 1. El primer modelo de Bus vs Transmetro es el siguiente:

Ecuación 4.4 Modelo de elección discreta desarrollado para Bus vs Transmetro, incluyendo ingresos y nivel de estudio – fuente: propia

En este modelo se incluyen las variables de ingresos y nivel de estudio, estas variables se ingresan como variables mudas siendo en INGRESO las personas que tienen 0 a 1 salario mínimo (\$737.717 año 2017) como ingreso las que toman valor de 1 y el resto de los rangos de ingresos 0; en el caso de la variable de NIVEL DE ESTUDIO toman valor de 1 el nivel de bachiller y 0 para el resto de niveles de estudio, la variable muda de comodidad toma valores de 1 para la situación de ir sentado con aire en Transmetro y sin aire en Bus, y valor de 0 para ir de pie con aire en Transmetro y sin aire en bus.

- **Resultados**

Tabla 4.3

Resultados de estimación de modelo 1 de Buses vs Transmetro con características socioeconómicas incluidas

Variable	Valor	t-test	p-Value
ASC1	0	Fijo	
ASC2	0,0602	0.38	0,70
	0,00638	0.06	0,95
	0,446	2.71	0,01
	0,307	2.06	0,04
	-0,0830	-3.21	0,00
	-0,000387	-4,13	0,00
	-0,0355	-2,89	0,00
	-0,0301	-7,98	0,00
Log. Verosimilitud	-556,743		

Nota. Fuente Propia

Como se puede ver en la Tabla 4.3, todas las variables son significativas con un nivel de confianza del 95%, con excepción de la variable de comodidad. Las variables de atributos del modo dicen que las personas evitan tomar los modos de transporte en cuanto suben los tiempos de acceso y viaje, así como los posibles números de atracos en el modo de transporte. La variable muda de comodidad tiene el signo esperado, positivo, ya que esto indica que las personas prefieren el vehículo en el que realizan los viajes sentados, pero, debido a su casi nula significancia esta hipótesis no se puede aceptar, debido a que su nivel de confianza sería muy bajo. La explicación del porqué una de las características básicas del transporte como lo es la comodidad no llega a ser significativa, es la alta significancia que tiene la variable de tiempo de viaje, lo que nos indica que las personas en la mayoría de situaciones no analizan el hecho de ir de pie o sentado en el viaje, con tal de realizar su desplazamiento de la forma más rápida posible, y llegar a tiempo a su destino, esto toma una mayor importancia si se tiene en cuenta que un alto porcentaje de las personas encuestadas y que realizan la mayoría de viajes en los diferentes modos en la ciudad son los estudiantes o empleados, por lo tanto necesitan llegar a un horario definido a su destino.

Además de esto la variable de ingreso muestra que las personas con un ingreso mensual entre 0 y 1 salario mínimo prefieren tomar bus, es decir las personas ubicadas en el rango de ingresos más bajo se rehúsan a utilizar el sistema Transmetro; la variable de nivel de estudio da un valor de alta significancia en el modelo, indicando que las personas en un nivel de bachiller prefieren tomar el sistema Transmetro, pero debido a que socialmente el nivel de estudio de bachiller encierra una población muy amplia, no es posible sacar una interpretación más concisa o útil desde el punto de vista social.

Se procede a desarrollar el modelo a continuación donde se utiliza la variable de ocupación principal de la persona.

Modelo 2. El segundo modelo de Bus vs Transmetro es el siguiente:

Ecuación 4.5 Segundo Modelo de elección discreta desarrollado para Bus vs Transmetro, incluyendo ingresos y ocupación – fuente: propia

En este modelo se ha cambiado la variable muda de nivel de estudio por la de ocupación principal donde toma valor de 1 la ocupación de estudiante y 0 el resto de las ocupaciones, cabe resaltar que aquí se incluyen todo tipo de estudiante, siempre y cuando sea mayor de 15 años la cual es la edad mínima que se aceptó para los encuestados, se mantienen las variables de seguridad, tarifa, tiempos de viaje y acceso, e ingresos entre 0 a 1 salario mínimo toman valor de 1 y se excluye la variable de comodidad debido a su baja significancia.

- **Resultados**

Tabla 4.4

Resultados de estimación de modelo 2 de Buses vs Transmetro con características socioeconómicas incluidas

Variable	Valor	t-test	p-Value
ASC1	0	Fijo	
ASC2	0,125	0,84	0,40
	-0,496	-2,97	0,00
	0,476	2,72	0,01
	-0,0843	-3,58	0,00
	-0,000398	-4,21	0,00
	-0,0357	-2,89	0,00
	-0,0297	-7,90	0,00
Log. Verosimilitud	-555,221		

Nota. Fuente Propia

Como se pueden ver en la Tabla 4.4 las variables todas son significativas, incluso tienen una significancia mayor que en el modelo anterior, en este se mantienen los signos de las variables de seguridad, tiempos de acceso y viaje, y tarifas, donde indica que a medida que crezcan estos valores disminuye la preferencia de las personas por este modo; además de esto en la variable de ingreso nos dice que las personas con ingresos entre 0 y 1 salario mínimo prefieren utilizar el bus en referencia al sistema de transporte masivo Transmetro; y del resultado de la variable de ocupación se puede interpretar que los estudiantes prefieren utilizar el sistema Transmetro.

4.4.2 Modelos desarrollados en Taxi-colectivo vs Transmetro.

Modelo 1. El primer modelo de Taxi-colectivo vs Transmetro es el siguiente:

Ecuación 4.6 Modelo de elección discreta desarrollado para Taxi-colectivo vs Transmetro, incluyendo Estrato y

Nivel de estudio – fuente: propia

En este modelo se han agregado las variables de seguridad dentro de las características del modo de transporte, y las variables de nivel de estudio y estrato, estas últimas se agregaron como variables mudas donde el nivel de estudio profesional toma valor de 1 y el resto 0, y en cuanto al estrato los 1 y 2 (bajos) toman valor de 0, mientras que los estratos 3, 4 y 5 (alto) toman valor de 1.

Además de esto se debe aclarar que las variables de tiempo de espera y tiempo de viaje, se reúnen en una sola llamada tiempo total, la cual es la suma de los dos tiempos.

• Resultados

Tabla 4.5

Resultados de estimación de modelo 1 de taxi-colectivo vs Transmetro con características socioeconómicas incluidas

Variable	Valor	t-test	p-Value
ASC1	0	Fijo	
ASC2	-0,138	-0,94	0,35
	-0,274	-1,72	0,09
	0,362	-1,77	0,08
	-0,123	-3,56	0,00
	-0,000453	-3,36	0,00
	-0,0264	-4,23	0,00
Log. Verosimilitud	-500,175		

Nota. Fuente Propia

En la Tabla 4.5 se puede observar que las variables de seguridad, costo y la de tiempo total dan un valor significativo con un nivel de confianza del 95%, acompañado de los signos esperados (-), ya que a medida que aumente el tiempo, el número de atracos en el modo de transporte y la tarifa existe menos probabilidad de que usen dicho modo; las variables mudas agregadas dan significativas a un nivel de confianza del 90%, t-test mayor o igual a | |, y de su signo se interpreta que las personas de estrato alto (3, 4 y 5) son más reacias a utilizar el modo de taxi-colectivo, y en el caso del nivel de estudio dice que las personas profesionales utilizan menos el taxi-colectivo.

Modelo 2. El segundo modelo de Taxi-colectivo vs Transmetro es el siguiente:

Ecuación 4.7 Segundo Modelo de elección discreta desarrollado para Taxi-colectivo vs Transmetro, incluyendo ingresos y ocupación – fuente: propia

En este modelo se han cambiado la variable de estrato por la de ocupación con respecto al modelo anterior, siendo la ocupación de estudiante igual 1 y el resto 0.

Además de esto se debe aclarar que las variables de tiempo de espera y tiempo de viaje, se reúnen en una sola llamada tiempo total, la cual es la suma de los dos tiempos.

- **Resultados**

Tabla 4.6

Resultados de estimación de modelo 2 de taxi-colectivo vs Transmetro con características socioeconómicas incluidas

Variable	Valor	t-test	p-Value
ASC1	0	Fijo	
ASC2	-0,176	-1,24	0,21
	-0,604	-2,91	0,00
	-0,581	-3,08	0,00
	-0,124	-3,56	0,00
	-0,000454	-3,36	0,00
	-0,0266	-4,24	0,00
Log. Verosimilitud	-496,780		

Nota. Fuente Propia

En los resultados de la Tabla 4.6 se pueden observar mayores valores de significancia que en el modelo 1 que implicaba el estrato, además las variables de los atributos del modo tienen el signo esperado (-), donde a mayores tiempo, tarifas o indicadores de seguridad las personas se

resisten a tomar el modo, y las variables mudas expresan que las personas que son estudiantes y/o profesionales prefieren utilizar el modo de transporte Transmetro.

4.5 Análisis de resultados

4.5.1 Modelos seleccionados

En el caso de Bus vs Transmetro y Taxi-colectivo vs Transmetro se seleccionaron los modelos número 2 de ambos casos, a continuación se explica el porqué:

Bus vs Transmetro

Debido a la mejor significancia de las variables y el valor de Log verosimilitud más cercano a cero, además de que se determina que la variable de ocupación de estudiante tiene una mejor explicación o influencia social que la variable de nivel de estudio de bachiller; por estas razones se selecciona el modelo 2, es decir el que incluye ocupación e ingresos, donde:

*Ecuación 4.8 Modelo de elección discreta elegido para Bus vs Transmetro, incluyendo ingresos y ocupación –
fuente: propia*

En este modelo se resalta el uso del nivel de ingreso, ya que esta es una de las características socioeconómicas que más influye en la elección del medio de transporte, debido a que las personas de más bajos ingresos prefieren las alternativas de más bajo costo (Marquez, Pico, & Cantillo, 2018), actualmente la tarifa de Transmetro es \$100 pesos más elevada que en el Bus, además de que a medida que crecen los niveles de ingreso de las personas, mayor es su preferencia por los modos que ofrecen mayor comodidad y seguridad (Nutsugbodo, Amenumey, & Mensah, 2018).

Taxi-colectivo vs Transmetro

Debido a la mejor significancia de las variables y el valor de Log verosimilitud más cercano a cero se selecciona el modelo 2, es decir el que incluye nivel de estudio y ocupación, donde:

Ecuación 4.9 Modelo de elección discreta elegido para Taxi-colectivo vs Transmetro, incluyendo nivel de estudio y ocupación – fuente: propia

En este modelo tenemos el uso relevante de la variable de nivel de estudio con valor de 1 para los profesionales y 0 para el resto, donde dice que las personas profesionales prefieren el uso del Sistema Transmetro, resultado que concuerda con los resultados de la investigación llevada a cabo en la ciudad de Bucaramanga, donde las personas con estudios profesionales se rehúsan a tomar el medio de transporte informal de mototaxi. (Marquez, Pico, & Cantillo, 2018)

4.5.2 Valor subjetivo del tiempo

El valor subjetivo del tiempo es el valor disponible a pagar por parte del usuario con el fin de reducir el tiempo de viaje (Ortuzar & Willumsen, Modelos de Transporte-Traducción, 2011), para calcular el valor subjetivo del tiempo de las personas se utiliza la siguiente ecuación:

—

Ecuación 4.10 Valor subjetivo del tiempo – fuente: (Ortúzar, 2015)

Bus vs Transmetro

— ————— /

Que es lo mismo que decir /

Taxi-colectivo vs Transmetro

— ——— /

Que es lo mismo que decir /

4.5.3 Cuotas de mercado

De acuerdo al modelo seleccionado se realiza un análisis de la cuota del mercado de cada uno de los modos alternativos de transporte, es decir la probabilidad de que las personas elijan cada uno de estos modos según sus características.

Bus vs Transmetro

La probabilidad de elegir bus o Transmetro varía de acuerdo a los ingresos que perciba la persona mensualmente (1 para ingresos mensuales de 0 a 1 salario mínimo mensual, 0 para el resto de rangos de ingresos) y de la ocupación principal que tiene (1 para estudiantes, 0 para el resto).

Además del uso de esas variables mudas para calcular las utilidades, se utilizaron los valores más bajos utilizados en los atributos de cada modo en las encuestas.

Tabla 4.7

Valores utilizados para cálculo de cuotas de mercado

<u>VARIABLE</u>	<u>UNIDAD</u>	<u>BUS</u>	<u>TRANSMETRO</u>
TIEMPO DE VIAJE	MIN	20	15
TIEMPO DE ESPERA	MIN	5	8
COSTO	PESOS	1500	1500
SEGURIDAD	ATRACOS MENSUALES	2	1

Nota. Fuente Propia

Debido al uso de dos variables socioeconómicas las probabilidades se distribuyen en tres rangos, de la siguiente manera:

Tabla 4.8

Probabilidad para individuos según rango 1

MODO	VARIABLE	VALOR	PROBABILIDAD
BUS	TIEMPO DE VIAJE	20	56 %
	TIEMPO DE ESPERA	5	
	COSTO	1500	
	SEGURIDAD	2	
TRANSMETRO	TIEMPO DE VIAJE	15	44 %
	TIEMPO DE ESPERA	8	
	COSTO	1500	
	SEGURIDAD	1	
	NIVEL DE INGRESOS	1	
	OCUPACIÓN	0	

Nota. Fuente propia

Este rango equivale para los casos donde las personas cuentan con ingresos mensuales entre 0 y 1 salario mínimo, este dice que el 56% de estas personas prefieren tomar bus, de acuerdo a los valores de los atributos.

Tabla 4.9

Probabilidad para individuos según rango 2

MODO	VARIABLE	VALOR	PROBABILIDAD
BUS	TIEMPO DE VIAJE	20	44 %
	TIEMPO DE ESPERA	5	
	COSTO	1500	
	SEGURIDAD	2	
TRANSMETRO	TIEMPO DE VIAJE	15	56 %
	TIEMPO DE ESPERA	8	
	COSTO	1500	
	SEGURIDAD	1	
	NIVEL DE INGRESOS	1	
	OCUPACIÓN	1	

Nota. Fuente propia

Este rango equivale para los casos donde las personas cuentan con ingresos mensuales entre 0 y 1 salario mínimo y son estudiantes, se calcula que el 56% de estas personas prefieren tomar Transmetro, de acuerdo a los valores de los atributos.

Tabla 4.10

Probabilidad para individuos según rango 3

MODO	VARIABLE	VALOR	PROBABILIDAD
BUS	TIEMPO DE VIAJE	20	33 %
	TIEMPO DE ESPERA	5	
	COSTO	1500	
	SEGURIDAD	2	
TRANSMETRO	TIEMPO DE VIAJE	15	67 %
	TIEMPO DE ESPERA	8	
	COSTO	1500	
	SEGURIDAD	1	
	NIVEL DE INGRESOS	0	
	OCUPACIÓN	1	

Nota. Fuente propia

Este rango es para los casos donde las personas cuentan con ingresos mensuales diferentes a 0 y 1 salario mínimo y son estudiantes, dice que el 67% de estas personas prefieren tomar Transmetro, de acuerdo a los valores de los atributos.

Como se puede observar la probabilidad de tomar bus o Transmetro, varía de acuerdo a los ingresos u ocupación de las personas, presentando mayor probabilidad de escoger Transmetro los estudiantes alcanzando un 67%, en el caso de las personas que no son estudiantes la probabilidad baja al 44%, y producto de que las personas con ingresos entre 0 a 1 salario mínimo prefieren utilizar bus la probabilidad de tomar este modo puede llegar hasta el 56%.

Taxi-colectivo vs Transmetro

La probabilidad de elegir taxi-colectivo o Transmetro varía de acuerdo al nivel de estudio (1 para profesionales, 0 para el resto) y de la ocupación principal que tiene (1 para estudiantes, 0 para el resto).

Además de estas variables dummies, se utilizaron los valores más bajos utilizados en los atributos de cada modo en las encuestas.

Tabla 4.11

Valores utilizados para cálculo de cuotas de mercado

VARIABLE	UNIDAD	TAXI- <u>COLECTIVO</u>	TRANSMETRO
TIEMPO DE VIAJE	MIN	15	15
TIEMPO DE ESPERA	MIN	3	8
COSTO	PESOS	2000	1500
SEGURIDAD	ATRACOS MENSUALES	2	1

Nota. Fuente Propia

Debido al uso de dos variables socioeconómicas las probabilidades se distribuyen en tres rangos, de la siguiente manera:

Tabla 4.12

Probabilidad para individuos según rango 1

MODO	VARIABLE	VALOR	PROBABILIDAD
TRANSMETRO	TIEMPO DE VIAJE	15	72 %
	TIEMPO DE ESPERA	8	
	COSTO	1500	
	SEGURIDAD	1	
TAXI-COLECTIVO	TIEMPO DE VIAJE	15	28 %
	TIEMPO DE ESPERA	3	
	COSTO	2000	
	SEGURIDAD	2	
	NIVEL DE ESTUDIO	1	
	OCUPACIÓN	0	

Nota. Fuente propia

Este rango equivale para los casos donde las personas cuentan con nivel de estudio de profesional, resultando que el 72% de estas personas prefieren tomar Transmetro, de acuerdo a los valores de los atributos.

Tabla 4.13

Probabilidad para individuos según rango 2

MODO	VARIABLE	VALOR	PROBABILIDAD
TRANSMETRO	TIEMPO DE VIAJE	15	82 %
	TIEMPO DE ESPERA	8	
	COSTO	1500	
	SEGURIDAD	1	
TAXI-COLECTIVO	TIEMPO DE VIAJE	15	18 %
	TIEMPO DE ESPERA	3	
	COSTO	2000	
	SEGURIDAD	2	
	NIVEL DE ESTUDIO	1	
	OCUPACIÓN	1	

Nota. Fuente propia

El rango 2 equivale a los casos donde las personas cuentan con nivel de estudio de profesional y a su vez es estudiante, por lo tanto se calcula que el 82% de estas personas prefieren tomar Transmetro, de acuerdo a los valores de los atributos.

Tabla 4.14

Probabilidad para individuos según rango 3

MODO	VARIABLE	VALOR	PROBABILIDAD
TRANSMETRO	TIEMPO DE VIAJE	15	72 %
	TIEMPO DE ESPERA	8	
	COSTO	1500	
	SEGURIDAD	1	
TAXI-COLECTIVO	TIEMPO DE VIAJE	15	28 %
	TIEMPO DE ESPERA	3	
	COSTO	2000	
	SEGURIDAD	2	
	NIVEL DE ESTUDIO	0	
	OCUPACIÓN	1	

Nota. Fuente propia

Este rango es para los casos donde las personas son estudiantes y con niveles de estudio diferente de profesional, y se calcula que el 72% de estas personas prefieren tomar Transmetro, de acuerdo a los valores de los atributos.

Como se puede observar la probabilidad de tomar Taxi-colectivo o Transmetro, varía de acuerdo al nivel de estudio u ocupación de las personas, teniendo mayor probabilidad de escoger Transmetro los estudiantes, así como los profesionales, si las personas se encuentran dentro de alguno de estos grupos (estudiante y/o profesional) la probabilidad de toma bus no alcanza ni siquiera un 30%.

4.5.4 Elasticidad

La elasticidad en este estudio, se define como el cambio porcentual en la probabilidad de escoger una alternativa, del conjunto de alternativas, a consecuencia de una variación en el valor de alguno de los atributos de la misma alternativa (elasticidad Directa), o de otra alternativa (elasticidad cruzada) que también pertenezca al conjunto. Para este fin se utilizaran las probabilidades cuando las variables socioeconómicas toman valor de 1 en el modelo.

Elasticidades directas e indirectas del modelo de Bus vs Transmetro

Para calcular las elasticidades del modelo se utilizaron las siguientes variaciones en las variables de las características básicas de los modos de transporte.

Tabla 4.15

Valores de variación para calcular elasticidades en los modos

Delta de tiempo de viaje (min)	Deltadetiempodeespera (min)	Delta de costo (pesos)	Delta de seguridad (atracos mensuales)
+10	+5	+500	+1

Nota. Fuente propia

Estas variaciones arrojan las siguientes elasticidades en el modelo:

Tabla 4.16

Valores de elasticidad directa e indirecta en Bus y Transmetro

Modo	Probabilidad	Elasticidad directa				Elasticidad indirecta			
	según rango 2	Tiempo	Tiempo	Costo	Seguridad	Tiempo	Tiempo de	Costo	Seguridad
		de viaje	de espera			de viaje	espera		
Bus	44%	-7%	-4%	-5%	-2%	7%	4%	5%	2%
Transmetro	56%	-7%	-4%	-5%	-2%	7%	4%	5%	2%

Nota. Fuente propia

Como se muestra en la Tabla 4.16 un aumento de 10 minutos en el tiempo de viaje ocasiona una disminución del 7% en el modo que aumento esta característica y un aumento de 7% en la segunda alternativa de transporte, sucede lo mismo con un aumento de 5 minutos en el tiempo de espera, pero con un porcentaje de variación del 4%, un aumento de 500 pesos colombianos en el precio de la tarifa varia la probabilidad en un 5% y un aumento de 1 atraco o situación de robo mensual varia en 2% la probabilidad de seleccionar el modo.

Elasticidades directas e indirectas del modelo de Taxi-colectivo vs Transmetro

Para calcular las elasticidades del modelo se utilizaron las siguientes variaciones en las variables de las características básicas de los modos de transporte.

Tabla 4.17

Valores de variación para calcular elasticidades en los modos

Delta de tiempo de viaje (min)	Delta de tiempo de espera (min)	Delta de costo (pesos)	Delta de seguridad (atracos mensuales)
+10	+5	+500	+1

Nota. Fuente propia

Estas variaciones arrojan las siguientes elasticidades en el modelo:

Tabla 4.18

Valores de elasticidad directa e indirecta en Taxi-colectivo y Transmetro

Modo	Probabilidad según rango 2	Elasticidad directa				Elasticidad indirecta			
		Tiempo	Tiempo	Costo	Seguridad	Tiempo	Tiempo de	Costo	Seguridad
		de viaje	de espera			de viaje	espera		
Taxi-colectivo	18%	-4%	-3%	-4%	-2%	4%	1%	2%	0%
Transmetro	82%	-4%	-1%	-2%	-0%	4%	3%	4%	2%

Nota. Fuente propia

Como se muestra en la Tabla 4.18 un aumento de 10 minutos en el tiempo de viaje ocasiona una disminución del 4% en el modo que aumento esta características y un aumento de 4% en la segunda alternativa de transporte, en el caso de un aumento de 5 minutos en el tiempo de espera disminuye la probabilidad de tomar bus un 3% y 1% en el caso de Transmetro, un aumento de 500 pesos en el precio de la tarifa disminuye la probabilidad de elegir bus en un 4% y un 2% para elegir Transmetro , el aumento de 1 atraco o situación de robo mensual disminuye en 2% la probabilidad de seleccionar el modo bus y no le genera ninguna variación al caso de Transmetro.

En cuanto a la elasticidad indirecta (aumento de la probabilidad de un modo al disminuir la probabilidad de elección de otro modo) al solo existir dos modos lo que disminuye el bus por el aumento del tiempo de viaje, tiempo de espera, costo o seguridad, lo aumenta el Transmetro, y viceversa.

Capítulo 5. Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

Teniendo como base el estado de arte realizado se encontró evidencia que permite demostrar la compleja situación del uso de alternativas de transporte informales a nivel mundial y nacional, mostrándonos que no solamente la ciudad de Barranquilla y su área metropolitana se ven afectadas en su sistema general de transporte.

De los modelos desarrollados se tiene que, los que mejor representan la preferencia de los usuarios, son aquellos en los cuales tenemos que las variables de tiempo de viaje y de acceso, y costo son altamente significativa, dato que concuerda con los resultados de otras investigaciones (Marquez, Pico, & Cantillo, 2018) (Nutsugbodo, Amenumey, & Mensah, 2018) (Plata & Barbosa, 2016) (Saldarriaga, 2011); en cuanto a las variables cualitativas del punto de vista socioeconómico tenemos que a medida que aumenta el ingreso las personas prefieren tomar el Sistema BRT Transmetro o el que le ofrezca mayor comodidad, resultado que se repite a lo largo de diferentes lugares del mundo (Nutsugbodo, Amenumey, & Mensah, 2018) (Satiennam, Jaensirisak, Satiennam, & Detdamrong, 2016), así también tenemos que las personas de mayor nivel de estudio también prefieren los modos que le ofrezcan mayor comodidad y seguridad.

De acuerdo al objetivo planteado se concluye que la mayoría de las personas tienen el modo de transporte informal taxi-colectivo, como una segunda opción para los en caso de que las opciones formales (bus y Transmetro) no satisfagan sus necesidades básicas en el momento, esto se puede comprobar al obtener que la máxima probabilidad que puede alcanzar el modo taxi-colectivo es del 28%, esto al enfrentarlo al modo Transmetro; a su vez se pudo demostrar que el modo que más afecta a la probabilidad de elección de Sistema Transmetro como alternativa principal de transporte, es el transporte público colectivo (TPC) donde, al enfrentarlos el modo

bus alcanza hasta un 56% de probabilidad de ser seleccionado por la persona que va a realizar el viaje, esto motivado por la cercanía geográfica que tienen las estaciones del Sistema Transmetro y las rutas de buses de transporte público permitidas en el área de influencia de estas estaciones, así como el paralelismo de estas rutas con la Troncal “Murillo” del BRT.

En cuanto a las características socioeconómicas del individuo, se tiene a la ocupación con un papel preponderante en la probabilidad de elegir una alternativa de transporte u otra, ya que según los resultados obtenidos de los modelos desarrollados, los estudiantes prefieren el sistema de transporte masivo Transmetro, resultado que tiene concordancia con el hecho que uno de los principales destinos del sistema es la zona de universidades en el barrio modelo (Universidad Libre, Universidad Simón Bolívar y CUC) así como el corredor universitario de la zona norte de la ciudad, donde se encuentran cerca de 5 centro de educación superior, y el sistema ofrece a los usuarios mejores tiempos de viaje (con transbordos gratis incluidos) que las rutas de TPC convencionales, principalmente a las personas que residen en la zona sur de la ciudad.

Otras de las características socioeconómicas que muestran afectar la elección de los usuarios son el nivel de educación y de ingreso, ya que las personas de más bajos ingresos prefieren seguir utilizando el TPC, y por el contrario las personas de mayor nivel de educación se rehusaban a utilizar el modo informal de taxi-colectivo.

Las elasticidades directas e indirectas de los modelos castigan fuertemente a todos los modos con cualquier aumento en el tiempo de viaje y en el valor de la tarifa; en el caso de los indicadores de seguridad estos afectan más a los modos de taxi-colectivo y bus, lo cual se puede explicar a través de la percepción de mayor seguridad que tiene el modo Transmetro sobre el resto de modos de transporte público de la ciudad.

5.2 Recomendaciones

Dentro de las recomendaciones para futuras investigaciones se aconseja tener en cuenta las variables latentes o de percepción de las personas, también hacer un estudio desde el punto de vista económico de porque las personas se ven atraídas a emplearse y prestar este servicio, y de este modo encontrar medidas sociales y económicas que ayuden a mitigar estos modos de transporte informal.

En cuanto a las autoridades y empresas encargadas de la prestación de servicios formales de transporte se recomienda realizar estudios, para una planificación y reestructuración de sus rutas de servicios, teniendo en cuenta las necesidades de las personas dependientes (aquellas que no cuentan con la posibilidad de un vehículo propio) (Marquez, Pico, & Cantillo, 2018) del sistema público de transporte, y así evitar que debido a la insuficiente solución a sus necesidades de transporte, se vean obligadas a elegir modos de transporte informales, incrementando la demanda de estos.

Esta investigación sirve de referencia para futuras investigaciones, en las cuales se busque estudiar los atributos que hacen llamativos a los modos de transporte informal, así como para encontrar soluciones al fenómeno del transporte informal, y disminuir el número de personas que se dedican a esta labor y se encuentran en la situación de inseguridad de sus prestaciones sociales.

Referencias

- Alcaldia de Barranquilla. (2014). *Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito de Barranquilla 2012-2032*. Barranquilla.
- Alcaldia de Barranquilla. (2017). *Barranquilla como Vamos 2016*. Barranquilla.
- Andrejszki, T., Torok, A., & Csete, M. (2015). Identifying the utility function of transport services from stated preferences. *Transport and Telecommunication*, 138-144.
- Azevedo, M. A. (2012). *ANÁLISE DO PROCESSO DE PLANEJAMENTO DOS TRANSPORTES COMO CONTRIBUIÇÃO PARA A MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL*. São Carlos.
- Daziano, R., & Rizzi, L. (2015). Analyzing the impact of a fatality index on a discrete, interurban mode choice model with latent safety; security, and comfort. *Safety Science*, 11-19.
- Departamento Nacional de Estadísticas. (15 de Noviembre de 2017). *DANE*. Recuperado el 10 de febrero de 2018, de <http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/mercado-laboral/empleo-y-desempleo>
- Departamento Nacional de Planeacion. (2003). *Conpes 3260*. Bogota.
- Ebolli, L., & Mazzulla, G. (2008). A Stated Preference Experiment for Measuring Service Quality in Public Transport. *Transportation Planning and Technology*, 509-523.
- Lara, A., & Arrieta, R. (2015). *Efectos del mototaxismo en el transporte publico colectivo urbano y la movilidad en la ciudad de Cartagena de Indias*. Cartagena.
- Mallqui, Y. Y., & Pojani, D. (2017). Barriers to successful Bus Rapid Transit expansion: Developed cities versus developing megacities. *Case Studies on Transport Policy*, 254-266.
- Marquez, L., Pico, R., & Cantillo, V. (2018). Understanding captive user behavior in the competition between BRT and motorcycle taxis. *Transport Policy*, 1-9.
- Nutsugbodo, R. Y., Amenumey, E. K., & Mensah, C. A. (2018). Public Transport mode preferences of internacional tourist in Ghana: Implications for Transport planning. *Travel Behaviour and Society*, 1-8.
- Nuzzolo, A., & Comi, A. (2016). Individual utility-based path suggestions in transit trip planners. *The institution of Engineering and Technology (IET Journals)*, 219-226.
- Ortúzar, J. d. (2015). *Modelos de Demanda de Transporte*. Bogota: Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Ortuzar, J. d., & Willumsen, L. G. (2011). *Modelos de Transporte-Traduccion*. PUblican-Ediciones de la Universidad de Canabria.

- Ortuzar, J. d., & Willumsen, L. G. (2011). *Modelos de Transporte-Traduccion*. Publican-Ediciones de la Universidad de Canabria.
- Paulley, N., Balcombe, R., Mackett, R., Titheridge, H., Preston, J., Wardman, M., . . . White, P. (2006). The demand of public transport: The effects of fares, quality service, income and car ownership. *Transport Policy*, 295-306.
- Plata, L., & Barbosa, D. (2016). *Evaluación de los factores que influyen en la eleccion de la motocicleta como modo de transporte informal por medio de la calibracion de un modelo de eleccion discreta*. Universidad Francisco de Paula Santander, Ocaña.
- Pompilio, J. J. (2006). *Diseño de encuestas de preferencias declaradas para la estimación del valor de los ahorros de tiempo y el pronóstico de la demanda de servicios de transporte urbano de pasajeros*. Universidad de Córdoba, Córdoba.
- Saldarriaga, A. (2011). *Modelacion de la eleccion del motocarro como medio de transporte publico en zonas rurales*. Bogota.
- Satiennam, T., Jaensirisak, S., Satiennam, W., & Detdamrong, S. (2016). Potential for modal shift by passenger car and motorcycle users towards Bus Rapid Transit (BRT) in an Asian developing city. *IATSS Research*, 121-129.
- Sohail, M., Maunder, D., & Cavill, S. (2006). Effective regulation for sustainable public transport in developing countries. *Trasnport Policy* , 177-190.
- Tanriverdi, C., Shakibaei, S., & Tezcan, O. (2012). A Stated Preferences (SP) Study on individuals' transportation decisions, focused on Marmaray Project on Istanbul. *EWGT* .
- UN. (1987). *Our Commom Fututre*.

ANEXOS

Anexo 1. Formato de encuestas de PR, utilizado en encuesta piloto y final.

1. DATOS GENERALES					
Fecha:			Dirección del lugar de la encuesta :		
Estrato:	1	2	3	4	5
Sexo:		Masculino		Femenino	
Edad:	15-20	21-30	31-45	46-60	Mayor de 60
Dirección de origen del viaje:			Dirección de destino del viaje:		
Lugar donde Accede al medio de transporte:					
1. Nivel de estudio Marque con una x una de las siguientes opciones:					
A. Primaria () B. Bachiller () C. Técnico () D. Profesional () E. Posgrado ()					
2. Ocupación					
A. Estudiante () B. Empleado () C. ama de casa () D. informal () E. Independiente ()					
3. Motivo de viaje					
A. Trabajo () B. Estudio () C. Recreación () D. Compras () E. Salud () F. Otros ()					
4. Ingresos					
A. 0-1 SMLV () B. 1-3 SMLV () C. 3-5 SMLV () D. Más de 5 SMLV ()					
5. ¿Cuenta usted con la posibilidad de realizar este viaje en vehículo particular?					
A. No () B. Si () Moto ____ Carro ____					
6. ¿Qué medio de transporte utiliza usted habitualmente para desplazarse?					
A. Transmetro () B. Bus () C. Taxi colectivo () D. Mototaxi () E. otros ()					
7. En caso de que respuesta anterior se A o E ¿cuál de los siguientes medios de transporte es su segunda opción para realizar sus viajes cotidianos?					
A. Bus () B. Taxi colectivo () C. Mototaxi ()					

Anexos 2. Formato de encuesta PD, utilizado en encuesta piloto (solo Bus vs Transmetro)

ENCUESTA PD
TRANSMETRO vs BUS

Usted se dispone a realizar un viaje en transporte publico, cual de las siguientes alternativas tomaria:

TRANSMETRO	
	
sentado con aire	
Costo de viaje	\$ 2.000,00
Tiempo de espera	8 min
Tiempo de viaje	15 min
seguridad en vehiculo	5 sit de robo mensual

BUS	
	
sentado sin aire	
Costo de viaje	\$ 2.000,00
Tiempo de espera	10 min
Tiempo de viaje	50 min
seguridad en vehiculo	1 sit de robo mensual

TRANSMETRO	
	
de pie con aire	
Costo de viaje	\$ 2.000,00
Tiempo de espera	15 min
Tiempo de viaje	35 min
seguridad en vehiculo	5 sit de robo mensual

BUS	
	
de pie sin aire	
Costo de viaje	\$ 1.500,00
Tiempo de espera	15 min
Tiempo de viaje	20 min
seguridad en vehiculo	1 sit de robo mensual

BUS	
	
sentado sin aire	
Costo de viaje	\$ 2.000,00
Tiempo de espera	15 min
Tiempo de viaje	50 min
seguridad en vehiculo	3 sit de robo mensual

TRANSMETRO	
	
de pie sin aire	
Costo de viaje	\$ 2.000,00
Tiempo de espera	20 min
Tiempo de viaje	15 min
seguridad en vehiculo	3 sit de robo mensual

TRANSMETRO	
	
sentado con aire	
Costo de viaje	\$ 2.000,00
Tiempo de espera	15 min
Tiempo de viaje	35 min
seguridad en vehiculo	1 sit de robo mensual

BUS	
	
de pie sin aire	
Costo de viaje	\$ 2.000,00
Tiempo de espera	15 min
Tiempo de viaje	20 min
seguridad en vehiculo	5 sit de robo mensual

BUS	
	
de pie sin aire	
Costo de viaje	\$ 2.500,00
Tiempo de espera	5 min
Tiempo de viaje	50 min
seguridad en vehiculo	3 sit de robo mensual

TRANSMETRO	
	
de pie con aire	
Costo de viaje	\$ 1.500,00
Tiempo de espera	15 min
Tiempo de viaje	15 min
seguridad en vehiculo	3 sit de robo mensual

BUS	
	
sentado sin aire	
Costo de viaje	\$ 1.500,00
Tiempo de espera	5 min
Tiempo de viaje	20 min
seguridad en vehiculo	5 sit de robo mensual

TRANSMETRO	
	
de pie sin aire	
Costo de viaje	\$ 2.500,00
Tiempo de espera	8 min
Tiempo de viaje	25 min
seguridad en vehiculo	1 sit de robo mensual

TRANSMETRO	
	
sentado sin aire	
Costo de viaje	\$ 1.500,00
Tiempo de espera	20 min
Tiempo de viaje	35 min
seguridad en vehiculo	3 sit de robo mensual

BUS	
	
sentado sin aire	
Costo de viaje	\$ 2.500,00
Tiempo de espera	5 min
Tiempo de viaje	20 min
seguridad en vehiculo	3 sit de robo mensual

Anexo 3. Formato de encuesta PD, en encuesta fin



Encuesta PD

¿Factores que influyen a las personas para elegir un modo de transporte sobre otro?

Transmetro vs Bus

Bloque 1

Pregunta 1
Usted se dispone a realizar un viaje en transporte público, ¿cuál de las siguientes alternativas elegiría?

Transmetro



Sentado con aire
Costo del pasaje: 2.000 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 8 min
Tiempo a bordo del vehículo: 15 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 4

Pregunta 2
Usted se dispone a realizar un viaje en transporte público, ¿cuál de las siguientes alternativas elegiría?

Transmetro



De pie con aire
Costo del pasaje: 2.000 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 12 min
Tiempo a bordo del vehículo: 35 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 4

Pregunta 3
Usted se dispone a realizar un viaje en transporte público, ¿cuál de las siguientes alternativas elegiría?

Bus



Sentado sin aire
Costo del pasaje: 2.000 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 15 min
Tiempo a bordo del vehículo: 50 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 4



Bus

Sentado sin aire
Costo del pasaje: 2.000 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 10 min
Tiempo a bordo del vehículo: 50 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 2



Bus

De pie sin aire
Costo del pasaje: 1.500 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 15 min
Tiempo a bordo del vehículo: 20 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 2



Transmetro

De pie con aire
Costo del pasaje: 2.000 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 18 min
Tiempo a bordo del vehículo: 15 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 3

Pregunta 4
Usted se dispone a realizar un viaje en transporte público, ¿cuál de las siguientes alternativas elegiría?

Bus



De pie sin aire
Costo del pasaje: 2.000 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 15 min
Tiempo a bordo del vehículo: 20 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 7

Pregunta 5
Usted se dispone a realizar un viaje en transporte público, ¿cuál de las siguientes alternativas elegiría?

Bus



De pie sin aire
Costo del pasaje: 2.500 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 5 min
Tiempo a bordo del vehículo: 50 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 4

Pregunta 6
Usted se dispone a realizar un viaje en transporte público, ¿cuál de las siguientes alternativas elegiría?

Transmetro



De pie con aire
Costo del pasaje: 2.500 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 8 min
Tiempo a bordo del vehículo: 25 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 1

Pregunta 7
Usted se dispone a realizar un viaje en transporte público, ¿cuál de las siguientes alternativas elegiría?

Transmetro



Sentado con aire
Costo del pasaje: 1.500 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 18 min
Tiempo a bordo del vehículo: 35 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 3



Transmetro

Sentado con aire
Costo del pasaje: 2.000 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 12 min
Tiempo a bordo del vehículo: 35 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 1



Transmetro

De pie con aire
Costo del pasaje: 1.500 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 12 min
Tiempo a bordo del vehículo: 15 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 3



Bus

Sentado sin aire
Costo del pasaje: 1.500 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 5 min
Tiempo a bordo del vehículo: 20 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 7



Bus

Sentado sin aire
Costo del pasaje: 2.500 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 5 min
Tiempo a bordo del vehículo: 20 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 4



Encuesta PD

¿Factores que influyen a las personas para elegir un modo de transporte sobre otro?

Transmetro vs Bus

Bloque 2

Pregunta 1
Usted se dispone a realizar un viaje en transporte público, ¿cuál de las siguientes alternativas elegiría?

Transmetro



Sentado con aire
Costo del pasaje: 2.500 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 8 min
Tiempo a bordo del vehículo: 25 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 1

Pregunta 2
Usted se dispone a realizar un viaje en transporte público, ¿cuál de las siguientes alternativas elegiría?

Transmetro



Sentado con aire
Costo del pasaje: 2.500 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 18 min
Tiempo a bordo del vehículo: 15 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 1

Pregunta 3
Usted se dispone a realizar un viaje en transporte público, ¿cuál de las siguientes alternativas elegiría?

Bus



Sentado sin aire
Costo del pasaje: 2.500 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 15 min
Tiempo a bordo del vehículo: 35 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 4



De pie sin aire
Costo del pasaje: 1.500 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 10 min
Tiempo a bordo del vehículo: 35 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 7



Sentado sin aire
Costo del pasaje: 1.500 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 10 min
Tiempo a bordo del vehículo: 50 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 4



De pie con aire
Costo del pasaje: 1.500 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 8 min
Tiempo a bordo del vehículo: 25 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 3

Pregunta 4
Usted se dispone a realizar un viaje en transporte público, ¿cuál de las siguientes alternativas elegiría?

Bus



Sentado sin aire
Costo del pasaje: 2.000 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 5 min
Tiempo a bordo del vehículo: 20 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 2

Pregunta 5
Usted se dispone a realizar un viaje en transporte público, ¿cuál de las siguientes alternativas elegiría?

Transmetro



De pie con aire
Costo del pasaje: 1.500 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 8 min
Tiempo a bordo del vehículo: 15 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 3

Pregunta 6
Usted se dispone a realizar un viaje en transporte público, ¿cuál de las siguientes alternativas elegiría?

Transmetro



De pie con aire
Costo del pasaje: 2.500 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 18 min
Tiempo a bordo del vehículo: 25 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 4

Pregunta 7
Usted se dispone a realizar un viaje en transporte público, ¿cuál de las siguientes alternativas elegiría?

Bus



De pie sin aire
Costo del pasaje: 2.500 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 10 min
Tiempo a bordo del vehículo: 35 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 7



De pie con aire
Costo del pasaje: 2.000 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 12 min
Tiempo a bordo del vehículo: 35 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 4



De pie sin aire
Costo del pasaje: 2.000 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 10 min
Tiempo a bordo del vehículo: 35 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 2



De pie sin aire
Costo del pasaje: 1.500 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 5 min
Tiempo a bordo del vehículo: 35 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 2



Sentado con aire
Costo del pasaje: 1.500 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 12 min
Tiempo a bordo del vehículo: 25 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 1



Encuesta PD

¿Factores que influyen a las personas para elegir un modo de transporte sobre otro?

Transmetro vs Taxi colectivo

Bloque 1

Pregunta 1

Usted se dispone a realizar un viaje en transporte público, ¿cuál de las siguientes alternativas elegiría?

Taxi colectivo



Sentado con aire
Costo del pasaje: 2.000 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 10 min
Tiempo a bordo del vehículo: 15 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 7

Transmetro



De pie con aire
Costo del pasaje: 1.500 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 12 min
Tiempo a bordo del vehículo: 25 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 3

Pregunta 2

Usted se dispone a realizar un viaje en transporte público, ¿cuál de las siguientes alternativas elegiría?

Transmetro



Sentado con aire
Costo del pasaje: 1.500 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 12 min
Tiempo a bordo del vehículo: 15 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 1

Taxi colectivo



Sentado con aire
Costo del pasaje: 3.000 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 10 min
Tiempo a bordo del vehículo: 20 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 4

Pregunta 3

Usted se dispone a realizar un viaje en transporte público, ¿cuál de las siguientes alternativas elegiría?

Transmetro



De pie con aire
Costo del pasaje: 2.000 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 18 min
Tiempo a bordo del vehículo: 35 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 4

Taxi colectivo



Sentado sin aire
Costo del pasaje: 2.500 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 3 min
Tiempo a bordo del vehículo: 15 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 2

Pregunta 4

Usted se dispone a realizar un viaje en transporte público, ¿cuál de las siguientes alternativas elegiría?

Taxi colectivo



Sentado sin aire
Costo del pasaje: 2.000 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 5 min
Tiempo a bordo del vehículo: 30 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 2

Transmetro



Sentado con aire
Costo del pasaje: 1.500 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 8 min
Tiempo a bordo del vehículo: 35 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 3

Pregunta 5

Usted se dispone a realizar un viaje en transporte público, ¿cuál de las siguientes alternativas elegiría?

Transmetro



De pie con aire
Costo del pasaje: 2.500 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 12 min
Tiempo a bordo del vehículo: 25 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 4

Taxi colectivo



Sentado con aire
Costo del pasaje: 3.000 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 5 min
Tiempo a bordo del vehículo: 20 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 2

Pregunta 6

Usted se dispone a realizar un viaje en transporte público, ¿cuál de las siguientes alternativas elegiría?

Taxi colectivo



Sentado sin aire
Costo del pasaje: 2.500 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 3 min
Tiempo a bordo del vehículo: 20 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 7

Transmetro



De pie con aire
Costo del pasaje: 2.500 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 12 min
Tiempo a bordo del vehículo: 25 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 3



Encuesta PD

¿Factores que influncian a las personas para elegir un modo de transporte sobre otro?

Transmetro vs Taxi colectivo

Bloque 2

Pregunta 1
Usted se dispone a realizar un viaje en transporte público, ¿cuál de las siguientes alternativas elegiría?

Transmetro



Sentado con aire
Costo del pasaje: 2.500 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 18 min
Tiempo a bordo del vehículo: 35 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 1

Taxi colectivo



Sentado con aire
Costo del pasaje: 2.500 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 5 min
Tiempo a bordo del vehículo: 15 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 4

Pregunta 2
Usted se dispone a realizar un viaje en transporte público, ¿cuál de las siguientes alternativas elegiría?

Transmetro



Sentado con aire
Costo del pasaje: 2.000 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 18 min
Tiempo a bordo del vehículo: 15 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 4

Taxi colectivo



Sentado sin aire
Costo del pasaje: 2.000 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 10 min
Tiempo a bordo del vehículo: 15 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 4

Pregunta 3
Usted se dispone a realizar un viaje en transporte público, ¿cuál de las siguientes alternativas elegiría?

Taxi colectivo



Sentado con aire
Costo del pasaje: 2.000 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 5 min
Tiempo a bordo del vehículo: 30 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 2

Transmetro



De pie con aire
Costo del pasaje: 2.000 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 8 min
Tiempo a bordo del vehículo: 25 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 1

Pregunta 4
Usted se dispone a realizar un viaje en transporte público, ¿cuál de las siguientes alternativas elegiría?

Taxi colectivo



Sentado sin aire
Costo del pasaje: 3.000 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 3 min
Tiempo a bordo del vehículo: 15 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 2

Transmetro



De pie con aire
Costo del pasaje: 1.500 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 18 min
Tiempo a bordo del vehículo: 15 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 1

Pregunta 5
Usted se dispone a realizar un viaje en transporte público, ¿cuál de las siguientes alternativas elegiría?

Taxi colectivo



Sentado sin aire
Costo del pasaje: 3.000 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 10 min
Tiempo a bordo del vehículo: 30 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 7

Transmetro



De pie con aire
Costo del pasaje: 2.000 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 8 min
Tiempo a bordo del vehículo: 35 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 3

Pregunta 6
Usted se dispone a realizar un viaje en transporte público, ¿cuál de las siguientes alternativas elegiría?

Transmetro



De pie con aire
Costo del pasaje: 2.000 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 8 min
Tiempo a bordo del vehículo: 15 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 4

Taxi colectivo



Sentado con aire
Costo del pasaje: 2.500 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 3 min
Tiempo a bordo del vehículo: 30 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 4

Pregunta 7
Usted se dispone a realizar un viaje en transporte público, ¿cuál de las siguientes alternativas elegiría?

Transmetro



Sentado con aire
Costo del pasaje: 1.500 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 12 min
Tiempo a bordo del vehículo: 25 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 3

Taxi colectivo



Sentado con aire
Costo del pasaje: 2.500 pesos
Tiempo esperando el vehículo: 3 min
Tiempo a bordo del vehículo: 20 min
Situaciones de robos mensuales en el vehículo: 7